E/CONF.39/A/16
26 Sept.1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item: A.4.1

United Kingdom

# SURVEY, DEVELOPMENT AND UTILIZATION OF ENERGY RESOURCES

By Albert PARKER, C.B.E., D.Sc.,
Consultant

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

United Nations use an equivalent of 1.3 for crude petroleum and 1.5 for gasoline, kerosine, and fuel oils. For hydro-electricity, Table 1 takes 2,300 kWh as equivalent to one tonne of coal on the basis of an average thermal efficiency of about 28 per cent for electricity power stations fired with coal or oil or natural gas, whereas the publications of the United Nations take one tonne of coal as equivalent to 8,000 kWh, that is on a basis of about 100 per cent for the efficiency of thermal power stations.

Table 1 - Population, and Income, Net Food Supply, and Energy Consumption per Capita for Selected Countries in 1960

| 1 Country | 2 Population millions | 3 Income equivalent U.S. dollars per annum | 4 Net Food calories per day | 5 Energy coal equiv. tonnes p. annum |
|---|---|---|---|---|
| U.S.A. | 180.7 | 2289 | 3100 | 8.79 |
| Canada | 17.8 | 1545 | 3100 | 7.90 |
| U. Kingdom | 52.5 | 1084 | 3200 | 5.12 |
| Belgium | 9.2 | 978 | 2900 | 4.27 |
| W. Germany | 53.4 | 967 | 2900 | 4.02 |
| Netherlands | 11.5 | 803 | 3000 | 3.04 |
| Italy | 49.4 | 509 | 2700 | 1.57 |
| Japan | 93.2 | 341 | 2200 | 1.42 |
| India | 432.6 | 62 | 1800 | 0.15 |
| Nigeria | 35.1 | 84 | -- | 0.05 |
| World | 2995 | -- | -- | 1.53 |

3. One point of importance in considering available data for energy consumption is that many countries, particularly the less developed areas, use large quantities of wood, sometimes to the detriment of afforestation, and of various vegetable and animal wastes as non-commercial fuels, the quantities of which are not recorded. In many parts of India, for example, animal dung is a common fuel and in Nigeria large quantities of wood are used. If allowances are made for the consumption of the non-commercial fuels, it is probable that the coal equivalent of the annual consumption of fuel and power per inhabitant in Nigeria is at least equal to that in India.

4. The important conclusion is that ample supplies of energy at reasonable prices are required if a country is to be prosperous and is to maintain the population at a good standard of living. It is necessary, therefore, in planning the development of the less developed areas to have trustworthy information on the various, indigenous energy resources and the probable costs of their exploitation. If indigenous supplies are insufficient to meet requirements, or their exploitation would be uneconomic, the probable costs of imported sources of energy should also be ascertained.

5. Shortly after its formation in 1924, the World Power Conference recognized the need for a survey of the energy resources in the various areas and countries of the world. In 1929 the first major step was taken by the publication of a book on the "Power Resources of the World, Potential and Developed". Later, during the period 1936 to 1960, the Conference published nine Statistical Year-Books giving the available data on energy resources and annual statistics for the years 1933 to 1958 on the production and utilization of the various forms of energy in each of many countries. In 1952, the United Nations began their J Series of Statistical Papers giving data on the annual production, trade, and consumption of the commercial solid, liquid, and gaseous forms of energy and of electricity in the different countries and areas of the world. Five of this J Series of Statistical Papers have been published, covering the years 1929 to 1960.

6. It is not the intention of the United Nations to collect and publish data on energy resources. The World Power Conference has begun, therefore, a new series of publications on Surveys of Energy Resources. The first of this new series was published on the occasion of the Sixth Plenary Meeting of the Conference in Melbourne, Australia in October, 1962. It is intended to publish new issues at intervals of six years, that is in each year in which a Plenary Meeting of the Conference is to be held.

7. A study of the available data shows that for the world as a whole there are ample resources of the commercial forms of energy - coals and lignites, oil, natural gas, water power, and uranium and thorium as nuclear fuels - to meet requirements over a long period of time. The total of the measured, indicated and inferred reserves of coals and lignites, even assuming that only one-third could economically be recovered, is about 1200 times the present annual consumption and the similar reserves of petroleum are equal to at least 60 times present annual consumption. In addition, there are large reserves of oil in oil shales and bituminous sands that have hardly been touched because the extraction of the oil has not been economic while ample supplies of petroleum have been available. The measured and indicated reserves of natural gas are equal to more than 150 times present annual consumption. It should be practicable to double the present world rate of production of hydro-electricity and the possibilities of obtaining useful energy by developments in nuclear fission and nuclear fusion are almost unlimited. There are also the possibilities of the further development of economic methods of utilising in certain parts of the world the heat energy within the earth and the income of energy available in such forms as solar radiation, tidal power, and wind power.

8. It must be recognized, however, that the rate of production and utilization of the fossil fuels is increasing.

During the past ten years it has increased by more than 60 per cent and over the last thirty years it has more than doubled. The increase will continue though probably not at the same high rate as during the past ten years. As surveys are extended, however, it is certain that other substantial resources of energy will be discovered, particularly in the less developed areas, which, in general, have not been systematically surveyed.

9. The main problem is that of economics. Costs must differ considerably in different areas owing to the uneven distribution and accessibility of the energy resources and the heavy costs often involved in the transport of materials and energy in their various forms. Of the recorded resources of coals and lignites, nearly seven-eighths is in the U.S.S.R., the U.S.A., and China; two-thirds of the proved oil reserves is in the Middle East; while seven-eighths of the reserves of natural gas is in the U.S.A., the U.S.S.R., the Sahara, and Canada. Of the hydro-electricity now being generated, one-quarter is in the U.S.A., one-seventh in Canada, and one-twelfth in the U.S.S.R.

10. In planning the development of the less developed areas there should first be systematic topographical, geological, and economic surveys. The topographical maps should show the areas of population, and existing railways, roads, waterways as means of transport. Measurements should be made of river flows and their variations at selected points of known elevation. From the information so obtained, estimates can be made of the amounts of electricity that could economically be generated by planned hydro-electric schemes, often in combination with schemes of irrigation to improve agricultural productivity.

11. Exploration by well-planned drillings at selected points to ascertain the resources of coals and lignites, oil, and natural gas is of great importance. Representative samples should be examined to obtain information on the physical and chemical properties of these sources of energy and chemicals that may be discovered. Estimates should be made of the probable costs of mining or extracting the solid, liquid, and gaseous fuels, of treating them to render them suitable for the probable uses, and of transporting them to the places at which they could be used with the greatest overall advantages.

12. It is also important to ascertain the available resources of iron ore and other minerals suitable for metallurgical industries, the improvements in agricultural productivity that could be achieved by mechanization and the use of fertilisers in farming, the increased production of constructional timber by planned afforestation, the possibilities of production of cement and other materials for the construction of roads, and the extent to which

mechanization in all fields could economically be developed in relation to costs of labour and the maintenance and extension of employment. In many instances it would not be economic nor desirable in the first stages to mechanize to the extent now practised in highly developed countries, where costs of labour are relatively high, as it might lead to serious unemployment and social upset for a time and overall costs higher than necessary. Progress in industrialisation and mechanization must be planned intelligently in stages to avoid over-burdening the financial position. National prestige cannot be achieved merely by having advanced agriculture and industry, irrespective of cost. It is dependent on financially successful agriculture and industry, with ample employment of local labour, and not on the unintelligent copying of schemes established in highly developed countries, where conditions may be very different.

13. As an example, the author can refer to a less developed area with which he is closely concerned. In the particular country there are useful resources of coal, iron ore, and limestone and other minerals; and recent surveys have indicated resources of oil and natural gas. Certain of the deposits of coal, iron ore and limestone are in close proximity to oneanother in a district where ample labour would be available, and where there are reasonable transport facilities. Other deposits of coal, iron ore and limestone, the resources of oil and natural gas, and potential water power are in districts not at present so readily accessible by rail or road. The problem is how best to develop the use of the energy and other resources in the broad national interest. This will only be achieved by intelligent planning based on systematic surveys, including surveys of the market possibilities for the various potential products.

14. The coal is non-coking in character and the deposits of iron ore so far found are not of particularly high quality. Fortunately, the coal can be mined at a relatively low price. Experimental and development work to the stage of trials in commercial coke ovens at a steel works in a highly industrialised country has shown that metallurgical coke can be produced at a reasonable price from a blend of the coal with coal-tar pitch, without briquetting. The proportions of lump coke and coke breeze that would be produced in coke ovens from the blend are such that the coke breeze could be used for sintering the iron ore so that there could be a suitable burden of coke, sintered iron ore, and limestone for a blast furnace. The amount of lump coke required could be reduced to some extent by the injection into the base of the blast furnace of a proportion of crushed coal or of oil. The probable markets for iron and steel are now being assessed with the object of deciding on the most suitable type and size of plant and situation for the economic development of an iron and steel industry in the particular circumstances. The possibilities of establishing other industries, such as those for the production of cement and glass, that require considerable

quantities of fuel and power are also being investigated.

15. In planning developments of this kind, advice and guidance from experts of wide knowledge and experience, who can assess the economic as well as the technical possibilities, are essential if the right decisions are to be made, the necessary financial support is to be attracted, suitable staff are to be obtained to initiate the different enterprises, and serious difficulties and even failures are to be avoided. Usually there should be a group of expert advisers working in close collaboration and independent of personal financial interest in any contracting work that may subsequently be required. When a plan has been devised and schemes have been selected for development, the independent experts should prepare the specifications and terms of contract for inviting tenders and advise on the relative merits of the tenders submitted; they should also supervise the work of any contractors engaged and approve the work before payments are made.

16. Another important step as soon as a development plan has been approved is to select a sufficient number of suitable young people from the particular country to be trained in the appropriate basic sciences and technology. In general their training will have to be obtained in countries with well-established universities and technical colleges. After graduation, most of these students should then have a period of practical training and experience in selected industrial establishments. In the early stages of development of a country relatively few of the graduates should be selected for research training in the universities. Over-emphasis of the attraction of obtaining a doctorate degree at a university is not always in the best interests of the country being developed.

17. In establishing new industries, well-trained and experienced staff will have to be obtained for a period of a few years to set up the necessary organization, to control the operation and maintenance of the plant and equipment, and to train native labour. During this period, those selected individuals who have received training in other countries in universities and technical colleges and in industry should be given junior supervisory appointments in the industries being established in their own country.

18. In this way native talent can, in course of time, take over management, technical supervision, and operation, with only occasional advice and guidance from experts from other countries. Early planning to ensure that there will be adequate training of native talent is stressed because the author knows of instances in which lack of foresight in this direction has led to serious and costly difficulties that could have been avoided.



198 E - Oct. 1962 - 1,500

E/CONF.39/A/17
26 Sept. 1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.4.1

Belgique

# RESSOURCES NATURELLES :
# L'ENERGIE AU CONGO EX-BELGE ET AU RUANDA-URUNDI

Par A. CLERFAYT,
Ing. Dir. Admin. Hre de la Régie des Eaux et Electricité du Congo et du Ruanda-Urundi,
Administrateur Hre de la Sté des Forces hydroélectriques du Congo

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

## NOTES

1. Les mémoires choisis pour etre présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

# L'ENERGIE AU CONGO EX BELGE ET AU RUANDA-URUNDI

A. CLERFAYT
Ing. Dir. Adm. H^re de la Régie des Eaux et
Electricité du Congo et du Ruanda-Urundi,
Administrateur H^re de la Sté des Forces hydroél. du Congo

---

## 1. REVUE DES SOURCES D'ENERGIE DISPONIBLES.-

a) Le Congo, pauvrement loti en gîtes de charbon, en apparence dénué de nappes exploitables de pétrole, sous réserve des résultats de sondages à poursuivre, est nanti de deux sources d'énergie primaire dont l'extension et la puissance sont prodigieuses: le bois, les chutes d'eau. Mais la nature a de surcroît gratifié ce territoire d'une extrême diversité de ressources énergétiques.

b) Ressources d'origine végétale.

i) Le bois. Le domaine forestier de l'ex Congo belge atteint 122 millions d'Ha, sur une aire d'extension estimée entre 48 et 54% du territoire (contre 27% pour l'ensemble du globe). La réserve potentielle de plusieurs milliards de tonnes semble quasi inépuisable et en tout cas renouvelable indéfiniment. Combustible pauvre (± 1.800 à + 4150 kcal selon siccité), brûlé avec le plus faible rendement, très encombrant au stockage, le bois n'est avantageux qu'utilisé à proximité immédiate des lieux de ramassage ou de coupe, sous peine de renchérissement prohibitif. Préparation et transport exigent des corvées harassantes en climat équatorial, sont exposés à des vols et pertes multiples, accaparent une main-d'oeuvre excessive. Un déboisement exagéré peut mettre en péril les ressources hydrologiques et agricoles, imposant de reconstituer le couvert ligneux. Bref, c'est une solution de facilité, mais primaire, désuète, prompte à renchérir.... La génération d'énergie au moyen de machines thermiques chauffées au bois devient ou marginale ou cesse même de devenir économiquement acceptable, à l'écart des galeries ou massifs forestiers

ii) Le charbon de bois dont la fabrication est grevée de servitudes et d'aléas multiples, est friable et prompt à s'humidifier. Pour la production de force motrice au gaz pauvre à partir de groupes gazogènes-moteurs à combustion interne, stationnaires ou de traction, l'exploitant se heurte au Congo à divers problèmes dont la solution n'est pas satisfaisante.

iii) Les déchets fibreux constituent une source d'énergie aussi pauvre et de plus localisée, non mobilisable à distance, ni commerciale; leur récupération se limite aux industries qui en disposent à suffisance sur place, surtout celles qui ont un besoin de vapeur permanent: huileries, sucreries, etc...(outre les scieries, usines d'égrenage du coton, rizeries, etc...)

iv) Les combustibles oléagineux liquides: autre source de carbone végétal de p.c.i. moyen ± 8900 kcal/kg, dont l'utilisation se heurte à des difficultés techniques pour la combustion dans les moteurs à huile lourde. Des essais originaux de valorisation par traitement à l'éthanol ou au méthanol, suivant une technique belge parfaitement au point, ont permis de produire du gasoil végétal convenant comme substitut des hydrocarbures de pétrole importés. Mais la rentabilité de cette conversion chimique reste douteuse, vu la hauteur et l'instabilité du prix des huiles végétales, outre les aléas d'une production de masse. Le traitement thermique des graines de coton- dont le Congo est gros producteur- entre autres par carbonisation suivie de distillation du goudron recueilli, a fourni une gamme de produits légers et lourds, assimilables à ceux extraits du pétrole; de nouveau leur prix est reconnu non compétitif. Les alcools carburants, d'un médiocre pouvoir calorifique (± 3600 kcal pour l'alcool méthylique et ± 3500 kcal pour l'éthylique), ne donnent pas toute satisfaction pour l'alimentation des moteurs; aucune production de carburants oxygénés n'a encore vu le jour malgré la profusion de ressources congolaises à disposition: manioc, sorgho, patates douces, canne à sucre, bananier, cellulose de bois ou autres plantes ligneuses telles le sisal.... hydrolysables selon le procédé Bergius ou le Melle-Boinot.etc....

c) Ressources d'origine minérale

i) La tourbe est exclusivement concentrée dans les régions hautes du Kivu et du Ruanda-Urundi, en petits amas de pente, d'accès souvent difficile, et dépôts importants de plateaux. De composition, texture et pouvoir calorifique très variables (± 5000 kcal à 400 kcal/kg selon humidité), souvent riche en cendres, gorgé d'eau, ce combustible colloïdal ne parait guère supérieur comme ressource énergétique aux carburants alcooliques; sa valorisation a fait l'objet de recherches au Kivu, mais les diverses techniques de dessication conduisent à un enrichissement trop complexe et onéreux.

ii) Les lignites font totalement défaut au Congo.

iii) Le charbon de terre dont il existe deux gisements trop excentrés, d'origine permienne dans le Katanga est, comme les autres houilles de l'Afrique, d'une qualité inférieure, souillé d'un excès de cendres et de pyrites, cause d'inflammation spontanée qui interdit tout stockage prolongé; la production indigène se limitait vers ± 500.000 t pour les besoins des mines et industries locales.

iv) Les hydrocarbures de synthèse productibles à partir de la houille du Katanga seraient d'une fabrication insuffisamment rentable, au stade actuel et à l'échelle de production possible, par ex. selon le procédé Fischer-Tropp, compte tenu des pertes d'énergie (± 50%) à la conversion du carbone minéral et du coût du réactif de base au départ de la mine. Se pose en outre le problème de débouchés....

v) Les huiles de schiste ont fait l'objet de nombreux essais sur échantillons de schistes bitumineux dont il existe d'énormes formations (2 millions d'ha) d'origine sapropélienne dans la région équatoriale nord-est, éloignée des ports. Mais le conditionnement par distil-

lation est aussi grevé d'un médiocre rendement de conversion et de la nécessité d'une production à gros tonnage. Rendement opératoire 100 l. d'huile/t. Un projet d'usine-pilote devait être mis à exécution.

vi) Le pétrole a fait l'objet de recherches; dans l'Est indices peu encourageants; dans la grande cuvette centrale de même, bien que reconnue seulement par 2 sondages profonds (± 1500 à 2000 m), outre de nombreux levés géophysiques; les espoirs se reportent sur les bassins crétaciques de la zone côtière, où pourrait se retrouver l'extension de structures pétrolifères d'Angola.

vii) L'uranium et ses dérivés fissibles, appelés à certain développement par suite de l'indigence du continent africain en gisements de houille et la cherté d'utilisation des autres sources d'énergie, hormis au Congo le potentiel des chutes. Seule solution rentable: des centrales nucléaires de quelques milliers de kW. Libres de toute sujétion d'emplacement, elles permettraient de relayer l'énergie hydroélectrique lorsque le transport de force devient prohibitif. Mais il reste à obtenir un prix de revient acceptable de l'atome industriel, dont trop d'énigmes continuent à affecter les composantes fixes et variables.

d) Comme autres sources d'énergie non traditionnelles, l'on rencontre au Congo:

i) L'énergie géothermique qui a fait l'objet d'une très modeste tentative sur une petite source chaude du Maniema. Les venues hydrothermales sont localisées dans la zone de relief volcanique de l'Est et insuffisantes pour une production massive d'énergie endogène.

ii) L'énergie thermique du gaz lacustre constitue une ressource potentielle unique au monde, concentrée dans les eaux profondes du lac Kivu. Le volume de gaz emmagasiné à l'état de mélange méthane (± 25%) $CO^2$ (± 75%) est estimé à près de 60 milliards de m3. Intéressantes sont la localisation dans une contrée peu accessible aux carburants d'importation, et une exceptionnelle faculté de reconstitution naturelle in situ, par décomposition anaérobie du plancton. C'est donc un gisement "dynamique" non sujet à l'épuisement si l'extraction du gaz est limitée. L'épuration est reconnue facile (± 8900 kcal/m3) et l'exhaure aussi. Les industries thermiques devraient servir de base à la vente. Les applications chimiques manqueraient de débouchés.

iii) Les gaz combustibles issus de la fermentation des déchets agricoles (Bihugaz à ± 6000 kcal) n'ont pas fait l'objet d'essais dans des exploitations "biogénergétiques" annexées à des centres d'élevage, importants mais très localisés dans l'ex Congo belge.

iv) L'énergie solaire semblerait de prime abord séduisante au Congo comme dans la plupart des territoires en voie de développement qui forment des régions très ensoleillées autour de l'équateur. Au stade actuel des essais (de puissance infime), cette ressource ptentielle, dépourvue de continuité et de concentration suffisantes, manque d'attrait au Congo. De même l'énergie hydrosolaire, dont la génération met en jeu des phénomènes d'évaporation, surtout intéressante dans les régions arides, là où une dépression de terrain borde la mer.

v) L'énergie éolienne, apparentée à celle du rayonnement solaire est de même assortie de précieux avantages en pays neuf; renouvellement sans limite, ubiquité, gratuité théorique, surveillance, entretien et réparation réductibles au minimum, absence de bruits etc mais insuffisance de concentration massique et irrégularité foncière de disponibilité de l'énergie. Ces inconvénients semblent plus accusés au Congo et de nature à en restreindre le champ d'utilisation, outre qu'ils obèrent le coût d'installation par kW utile. C'est un frein à la diffusion d'un moyen énergétique approprié, par ailleurs, à l'électrification de petits centres isolés. Parfois la considération de prix de revient doit céder le pas à celle de nécessité en l'absence d'autres sources d'énergie. Certaines contrées ont été reconnues assez venteuses, entre autres à la Côte et sur les plateaux élevés d'accès facile du bourrelet périphérique au sud de la cuvette centrale (Katanga, Kasaï). Les perfectionnements dans la conception des éoliennes et leur technique d'utilisation ouvrent des perspectives assez prometteuses pour l'avenir.

vi) L'énergie hydraulique tient la première place au Congo parmi les réserves naturelles; elle y participe d'avantages communs aux précédentes par ce qu'inépuisable, permanente, s'accomodant de faibles charges d'exploitation; convertible avec un rendement élevé et passible de multiples usages. Sa présence au Congo revêt ainsi une portée considérable vu la déficience des réserves de combustibles, dont l'importation surcharge les sorties de devises. Le potentiel hydraulique encore inemployé reste surabondant: l'énergie captée au stade actuel ne dépasse pas 770.000 kW, soit à peine 8% du potentiel économique total, d'ailleurs énorme, entre 103 et 132 millions de kW suivant estimations. La fabuleuse puissance du site d'Inga de notoriété mondiale: 25 millions de ch, équivaut à toute la puissance hydro exploitée aux Etats-Unis. Elle pose des problèmes de financement et de débouchés industriels à la mesure de cette titanesque concentration d'énergie, providentiellement localisée près de gisements de bauxite, aux portes de l'océan. Quelques chiffres de coûts moyens d'équipement de grandes centrales avant 1960: 14.500 fr par kW installé et 25.000 fr. par kW utile en Haute chute, 33000 fr et 45.000 fr respectivement en basse chute. La solution thermique, en centrales Diesels petites ou moyennes, s'avérait moins coûteuse de premier établissement: 20.000 fr à 30.000 fr par kW installé, selon puissance et disponibilité de réserves; en Diesels l'immobilisé peut suivre de près l'appel de puissance avec autonomie totale de site. Pour les centrales hydrauliques l'aménagement ne peut d'emblée être adapté aux besoins d'avenir, mais après un terme de 10 ans, ce qui surcharge le prix du kWh faute d'utilisation à pleine charge. L'éloignement des centres consommateurs reste un facteur décisif d'aggravation éventuelle des frais de puissance. Il est essentiel de ne pas perdre cette notion de vue en exploitation congolaise.

2. CONDITIONS SPECIFIQUES D'INSTALLATION EN MILIEU RURAL.-

a) Production.- Des essais ont porté sur l'emploi de microcentrales autonomes équipées de groupes monoblocs préfabriqués en série prêts à l'ins-

tallation au minimum de frais. Ces groupes synchrones type "outdoor", sont capables de 2 à 40 kW sous débits de 50 à 500 l/s, et chute de 1,5 à 20 m, rendement 70-83%. La microcentrale permet la fourniture directe au centre de consommation, éludant les servitudes de transport et de répartition du courant, donc convient au mieux pour l'électrification rurale dans des régions déshéritées des pays tropicaux. Des tentatives d'application ont été freinées par la difficulté d'excitation de la demande de courant pour le conditionnement des produits de la terre dans les paysanats et centres tertiaires. Les écueils sont d'ordre psychologique et technique. La dissémination des milieux ruraux, les durs obstacles naturels qui les séparent, l'indigence de leurs ressources peu ou pas mises en oeuvre, les charges exorbitantes des lignes de transport de force et la capacité modeste ou moyenne des usines génératrices seront autant de facteurs incoercibles de renchérissement. Jouent aussi l'incidence de la réserve de matériel imposée par l'isolement et l'éloignement des ateliers du constructeur, comme l'incertitude entachant les prévisions des besoins. Le rayon d'action économique serait d'environ 15 km en moyenne.

b) Le concept d'équipement doit répondre en pays neuf aux exigences prioritaires d'économie et de simplification, même au dépens de la qualité technique de la génération d'énergie. De ce postulat découlent quelques principes directeurs: choix d'un matériel standardisé, limité pour les petites centrales à un seul groupe électrogène type autonome monté sur châssis massif mais amovible, accouplement direct moteur-alternateur, Diesel à nombre de cylindres réduit, selon gamme de puissances (2 pour 15 kW - 4 pour 25 - 6 pour groupe de 40 à 100 kW), de construction extra robuste à vitesse maximum de 1000 t/m pour unités de 15 à 40 kW, 600 t/m jusque 100 kW. Réserve unique de machine commune à un groupe de stations d'un même secteur etc...Elimination des engins à vapeur. Personnel d'exploitation limité au minimum: entretien à demeure par un artisan instruit de consignes simples et précises, contrôle trimestriel du groupe (dont les principaux organes sont plombés) par un électromécanicien qualifié ayant son centre d'attache au poste principal du secteur. De même, pour les petites centrales hydrauliques l'installation et l'entretien de routine seront à la portée d'un manuel sans qualification technique. Pour les usines éoliennes, le fonctionnement devrait être limité en général à ± 10 h/jour; le renchérissement dû au recours à des accumulateurs électriques peut être évité par utilisation d'un petit groupe électrogène de complément à essence ou à vapeur (de 2 à 10 ch) pour passer la pointe, pour des besoins réduits de lumière, ventilation, réfrigération. Il en existe de modèle très léger, mobile, mais robuste et simple, bien adapté aux usines rurales "self-supporting" (centres d'égrenage du coton, usines à café etc...)

c) Pour la distribution, des lignes aériennes isolées sur poteaux en bois imprégné sur place à l'aide d'un appareillage mobile ou fixe, ont été essayées avec plein succès dans nos exploitations de REGIDESO. Les câbles souterrains sont réservés à de grands centres et là où il y a encombrement de végétation. Les raccordements domestiques sont à doter de limiteurs d'intensité; ceux pour artisans et industriels étant à contrôler par compteur. Le cadre étroit de cet exposé ne permet pas de nous éten-

dre sur les aspects techniques des problèmes de production et de transport de l'électricité. Ils appelleraient d'amples développements.

## 3. BILAN DES REALISATIONS - STRUCTURE DE LA PRODUCTION ET DE LA DISTRIBUTION

L'équipement énergétique du Congo, qui a évolué de pair avec un essor industriel d'allure spectaculaire, est réparti entre le secteur privé, des puissants autoproducteurs, et le secteur public intervenu au second stade. Il faut ainsi distinguer deux groupes de réalisations:

a) Centrales des industries minières.- En tête du groupe des autoproducteurs figure l'Union Minière du Haut Katanga dont la politique progressiste d'énergie, d'abord centrée sur l'installation de centrales thermiques: Panda 11.340 kW et Lubumbashi: 7950 kW, vira dès 1930, sous la pression des besoins, vers les aménagements de chutes. La société exploite 4 centrales hydroélectriques: Francqui 72000 kW, Bia 42.000 kW, Nzilo-Delcommune 108.000 kW, Nzilo-Le Marinel 258.000 kW. La Géomines exploite la centrale de Piana 29.000 kW également au Katanga. Les Mines de Kilo-Moto: 3 centrales totalisant 12.850 kW dont Budana 9400. La Minière du B.C.K.: centrale Young 7000 kW. En outre une vingtaine d'usines de puissance moindre de diverses sociétés. Des projets étaients prêts à l'exécution pour un ensemble de nouvelles centrales, dont celle de Nzilo-Bodson de 225.000 kW pour l'U.M.H.K., au total environ 355.000 kW à terme proche. En outre, pour le site d'Inga, l'Institut d'Inga, parastatique, a été chargé de la conduite des études d'aménagement et d'équipement hydroélectrique ainsi que des conditions de gestion. Il a confié contractuellement à un syndicat de bureaux d'études belges, l'ABELINGA, la mission d'Ingénieur-Conseil pour les études techniques, terminées déjà, et pour les modalités d'équipement par tranches de réalisations.

b) Centrales de producteurs-distributeurs.- En tête se situent les sociétés de Forces Hydro-électriques, sociétés mixtes associant le Gouvernement, majoritaire, au secteur privé, et exploitant les hydrocentrales: du Bas-Congo: Zongo 39000 kW, du Katanga: Kiymbi 17200 kW, Kivu: Bukavu 12600 kW, Prov. Or.: Tshopo 12400 kW, Taruka 10500 kW. La Société Sogefor exploite les centrales U.M.H.K. et la Sogelec en distribue le courant au Katanga. La Sanga a une centrale hydro de 12000 kW près de Léopoldville; la Cogelin une centrale Diesel de 3000 kW à Albertville. La Régie des Eaux et d'Electricité, organisme parastatal, assurait depuis 1939 l'installation et la gestion de centrales, en majorité Diesels, qui desservaient 34 centres, outre d'autres en cours d'équipement en 1960; développement des réseaux 1800 km. Le prix de vente moyen du kWh avait pu, en 2 décennies, être ramené de 5,54 fr à 2,26 fr. En excluant une multitude de petites usines de moins de 1000 kW, la puissance totale installée atteint: 873.500 kW, dont 766.700 kW hydroél. (88,6%) en proportion croissante; production d'énergie 2.520 millions de kW (en 1958) dont 2.420.000 hydroélec. Taux de croissance moyen: 19% par an.



89 F - Oct. 1962 - 1,000

E/CONF.39/A/18
26 Sept. 1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item: A.1

Ceylon

# NATURAL RESOURCES IN CEYLON

By J. C. CHANMUGAM,
Deputy Surveyor General,
B. Sc (Lond), F. R. I. C. S.

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

## NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

# NATURAL RESOURCES SURVEYS IN CEYLON

BY

J.C.Chammugam, Deputy Surveyor General, B.Sc(Lond).F.R.I.C.S.

1. NEED FOR RESOURCES SURVEYS. It is essential to diversify the economy of Ceylon. Exports of tea, rubber and coconut earn nearly 40% of the national income. More than half the imports is on items of food, and only a third of the staple food of the people, rice, was produced locally, until World Wars I and II stressed the necessity for stepping up food production. Rice production was increased to 45% chiefly by opening up more paddy lands under major and minor irrigation schemes. The policy of development was to increase the capacity of the existing schemes and restore abandoned reservoirs. Later some new irrigation schemes, notably the Gal Oya project, were commenced; but it was found that the water available in the Dry Zone was inadequate and had to be obtained from the Wet Zone watersheds. Without any survey of land use potential the original plans and phases of development had to be revised from time to time, resulting in unsuitable cropping and wasteful effort.

The pressure of population, which has more than doubled in fifty years, and the stagnant economy, made it imperative that a rapid evaluation of the existing and potential resources be carried out for planning agricultural expansion and hydro-power development.

2. AERIAL SURVEY METHODS AND THE CANADIAN PROJECT. The Mission organised by the International Bank for Reconstruction and Development recommended a comprehensive evaluation of land use potential, based on an aerial survey of the Island. A series of maps was to be prepared therefrom, showing such features as: the distribution of natural vegetation, arable and pastural land; the major soil types; major features of topography; irrigation areas- actual and potential; structure and tectonic patterns and other significant matters such as density of population and transport facilities.

2.(a). Colombo Plan Aid was sought for the survey, as neither expertise nor equipment was available in Ceylon. Dr.J.D.Mellard, at the request of the Canadian Colombo Plan Administration, recommended a practical, on-the-job training of Ceylonese personnel, combined with the actual mapping of natural resources and the establishment of a Resources Survey Centre, where studies could be initiated, organised and pursued. The project was financed by the Government of Canada and executed by the Photographic Survey Corporation Ltd., (now Hunting Survey Corporation) of Toronto, under contract.

The studies carried out and the methods are summarised:-

2.(b).(i). AIR PHOTOGRAPHY. Vertical air photography was taken from a Lockheed Hudson Aircraft equipped with a Wild RC 5 Camera fitted with a 6-inch lens. The entire island was covered on the photoscale of

Semi-controlled mosaics (scale 1:31,680) were prepared for plotting data obtained from stereoscopic examination or ground observations. A laboratory was established in Colombo and Ceylonese personnel trained in aerial camera operation, laboratory techniques and preparation of mosaics.

Ceylonese pilots were trained to operate a Beechcraft Super 18 presented by the United States of America.The aircraft is fully equipped for aerial photography.

2.(b).(ii).TOPOGRAPHIC MAPPING.Topographical maps (scale 1:63,360 with 100-foot contours) compiled from plane table survey done several decades ago,were found to be inadequate even for reconnaissance planning,although they had been revised systematically.It was decided to augment them by a National Map Series on the scale of 1:12,672 with contours at 20-foot vertical interval. Kelsh plotters installed in the Air Survey Branch were used in this mapping; but an extent of 2100 square miles was given out on contract, as that was urgently required for projects under way. Although simplicity of design and low cost of the Kelsh Plotters are advantages, difficulty in interpreting fine detail and fatigue in plotting from an anaglyph model have led to the use of second order mechanical projection instruments for mapping areas where much detail (planimetric features)is present.

Photography on the 1:40,000 scale is used and the plotting is done in colour pencil on plate boards at publication scale (except where engineers require working plans on larger scales).

Full ground control is provided for every model supplemented where the forest canopy is dense,by ground heights along lines 2 miles apart,in an attempt to overcome the difficulty of estimating tree heights.

The boards are directly used for field checking and insertion of missing detail.Between 5% - 10% of the detail and contours are checked by plane tabling. This proportion will be reduced as the stereoperators gather more experience. The field checks reveal that the standard specifications for horizontal and vertical accuracy for this class of work have been maintained.

For reproduction,colour separations are prepared direct from the boards by positive scribing on coated plastics using diamond cutters.

The output in 1961, was 126 acres per hour per mechanical projection instrument,and 97 acres per hour per anaglyph projection instrument.Better out-turn is expected with more experience.

2.(b).(iii).LAND AND WATER RESOURCES SURVEYS.These surveys provide an inventory of the land and water resources in a river basin,to evaluate their potentialities for development,to prepare a tentative plan for their future use and to enumerate the additional surveys and studies that would be required, before specific development projects are undertaken.The survey and mapping of land-forms,geology,soils,land use and forest cover,were carried out by a combination of photo-interpretation and ground survey.Field traverses were of sufficient density to establish the main pattern and confirm the mapping done on air photographs.Hydrological data were collected from the Departments of Irrigation and Meteorology,and statistical analysis made on I.B.M. electronic computors in Toronto. The results of the field and statistical studies were examined in conjunction with the results of the mapping described earlier and preliminary plans for irrigation and hydrel power development formulated.

2.(b).(iv) **FORESTRY.** Photo-interpretation for evaluation of tropical forest wealth is handicapped by the complexity of patterns, but a pilot project carried out in the Sinharaja Forest Reserve, a tropical rain forest with a heterogenous composition, demonstrated that field work can be greatly reduced, maps made more reliable, and stock enumerated with a reliable degree of accuracy. The procedure and methods had to be worked out as the survey progressed.

The field work was carried out in two stages. The cost of the first stage was Rs. 229/- per acre enumerated. The cost per acre of the second stage was Rs. 105/-, the reduction being due to better organisation using the experience gained from the first stage.

Photo typing in the area was done on the 1:15,840 scale photographs. A forest stratification system was evolved whereby Wet Zone forests could be classified into five yield groups, and Intermediate and Dry Zone forests into three yield groups each, conforming to the "Woodland" category of land-use classification adopted by the Commission on "World Land-use Survey".

Forest-type and drainage maps were prepared using a Watts Radial Line Plotter, on the scale of 1:15,840, and extraction plans on the scale of 1:31,680 on photographic enlargements of the 1-inch map.

This project proved that, mapping at reconnaissance level, broad yield groups can be interpreted with consistency on the available 1:40,000 scale photographs. Fifteen forest reserves or proposed reserves were inventorised in this manner. The photo typing was done on 1:40,000 scale contact prints and detail transferred visually to the semi-controlled 1:31,680 scale mosaics. The location of sample plots was determined by accessibility and dispersion of each stratum. Sample lines were plotted on the mosaics and typing checked. The intensity of sampling varied according to merchantibility and was controlled by the standard error of the basal area to ensure accuracy within acceptable limits.

The maps showing the forest types and other details, including the location of the sample plots, were published on the scale of 1:50,000.

2.(b).(v). **GEOLOGY.** A tectonic map was prepared on the scale of 1:253,360 by interpretation on 1:40,000 scale photographs transferred to the mosaics on the scale of 1:31,680 and reduced photographically.

This map is useful not only for selecting zones for exploration of unmapped areas but also for revising the existing geological maps. It was possible to locate some minerals, especially Ceylon graphites, the more important deposits being known to be epigenetic and intrusive in origin.

Gems in Ceylon are generally found in beds of certain rivers, which have presumably at some stage of their geological history eroded the gem bearing formation, and fossil river beds have been mapped from the photographs for future exploitation.

Underground water was tapped by drilling where an alluvial belt is crossed by a regional fault, or at the contacts between quartzite or crystalline limestone with country rock.

2.(b).(vi). **GEOPHYSICAL SURVEYS.** Airborne geophysical surveys were carried out using a Canso aircraft equipped with Gulf Airborne Magnetometer Mark III and Airborne Scintillometer Model 1950 R made by Measurement Engineering Ltd., a Radar Altimeter APN I and 35 m.m. camera for taking vertical photographs to locate the flight lines. The results of the

aeromagnetic surveys were shown as contour maps showing lines of equal total magnetic intensity, on various large scales. They were combined into composite maps on the scale of four miles to an inch. Although no large deposit of magnetic iron ore was indicated, the maps were useful to the geologist to identify large magnetically consistent area as one rock type, with a few scattered observations instead of slow and arduous traversing.

The airborne radiometric surveys were mapped in the form of contours showing lines of equal radioactive count. A coastal strip where monazite beach-sand deposits were known to exist, was the only area actually contoured as it had been found in Canada and elsewhere that a good number of radiometric anamolies were produced by large areas of low radioactive materials, especially where igneous rocks having a fair topographic relief were prevalent.

Detailed radiometric surveys were however carried out in selected areas, flying at 300 to 500 feet with flight lines 1/8 and 1/4 mile apart. A total of 230 significant anamolies were detected, and will form the subject of further ground surveys. Except for these anamolies, which are elongated along the coast, indicating readily extractable monazite, the others are presumed to be due to uneconomic deposits of radioactive materials.

The airborne surveys were followed up by ground surveys, using a refractive Seismograph Model M.D. for shallow depth seismic determination, magnetometer surveys to delineate the extent of magnetic iron deposits, and radiometric surveys using Scintillometer E.135 ST and Geiger Counter EA 135.

Ground electromagnetic traverses were carried out to test the Ronka Horizontal Loop ground electromagnetic equipment used in Ceylon for detection of mineral deposits which possess fair conductivity.

3. RESOURCES SURVEY CENTRE. A Resources Survey Centre was established in Colombo under the Canadian Project to co-ordinate the geological, agricultural, forestry, engineering and other studies of the Canadian Team, edit their reports and train Ceylonese personnel. A Project Manager supervised its functions and the work was co-ordinated by the Surveyor General who took over the Centre on completion of the Canadian Project. The functions of the Centre are to collect and evaluate by photo-interpretation, physical resources potentialities and furnish maps and integrated reports on proposed development schemes for critical analysis by technical and economic advisers regarding the feasibility of such projects; advise other Departments on the scope and utility of photo-interpretation for their needs; and train personnel in these fields as needed by other Department.

3.(a). The Centre is supported by a number of other sections of the Air Survey Branch.

3.(a).(i). The PHOTOGRAPHIC SECTION is responsible for flight planning, air photography, reproduction of prints, diapositives, enlargements, reductions and mosaics and processing ground photographs.

3.(a).(ii). THE PHOTOGRAMMETRIC SECTION is responsible for ground control lay-out, planimetric and topographic mapping and allied work.

3.(a).(iii). THE ADMINISTRATIVE AND LIBRARY SECTION is responsible for finance and supply; handling orders for photographs and mosaics, maintaining up-to-date library of air photographs; cataloguing technical books, journals and reports and coordinating the work of the different sections.

3.(a).(iv) THE MAP REPRODUCTION BRANCH of the Survey Department is responsible for fair drawing, prooving, editing and printing of maps.

3.(b). Three Ceylonese officers recruited to man the Centre worked with the Canadian Team before and after they followed post graduate courses in Photo-engineering, photo-geology and photo-forestry at the International Training Centre for Aerial Surveys at Delft, Holland.

The flow of work to the Centre depends on the requirements of other Departments and the requests are so numerous and diverse that it has been decided to train three more officers.

3.(c). The chief jobs awaiting attention are -

3.(c).(i).National Map Series on the scale of 1:12,672,showing contours at 10 or 20-foot vertical interval. About 4/5ths of the Island or 20,000 square miles remain to be mapped; and extensive mapping is very urgently required.The available 4 machines cannot meet the demands. The makers require about 2 years to deliver the additional machines now on order and therefore some of the more urgent mapping has to be given out on contract.

3.(c).(ii).The Department of Agrarian Services is in charge of minor irrigation works which have been constructed in ad hoc manner,each improvement not fitting into a single overall plan, for the development of the river basin as an entity. A survey is required to assess the cropping in each season and the reasons why any land lie fallow. The mapping will be carried out by photo interpretation of land use,soils and water resources and analysed by examination of statistical records and questionnaire to growers. Where undercropping is due to physical limitations,proposals to offset the deficiency are required. The extent of the survey could be gauged by the fact that approximately 800,000 acres, or 75% of the total extent of paddy lands are under minor schemes.

3.(c).(iii). The Forest Department requires forest inventories and management surveys in about 50 more forest reserves for planning management and extraction.

4. AID REQUIRED. The Seminar on Aerial Surveys held in Bangkok in January 1960 adopted a resolution proposed by the author for the establishment of a Centre for Training in Photogrammetry and Photo-Interpretation in the South East Asian region.

The Third United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and Far East held in Bangkok in November,1961 resolved to further examine the problems connected with the establishment of such regional and sub-regional training centres for photo-interpretation and has appointed a working committee to work out the organisation, scope and requirements for such establishments.

As such an organisation would help accelerate the supply of basic material for efficient planning of the economic and social development of less developed areas, it merits the active consideration of the Economic and Social Council.A suitable group may be designated to visit the various organisations in the different countries and formulate a scheme for establishing such Centres to impart and receive the benefit of recent advances in the application of modern methods and to fulfil the aims of this Conference.

4.(a). Ceylon needs expert advise in the following fields :-

4.(a).(i).Land use, soils and surface and underground water resources studies to carry out a pilot project to determine the procedure and working methods for the surveys referred to in para.3.(c).(ii ).

4.(a).(ii).Geophysical studies to follow up the air-borne surveys referred to in para.2.(b).(vi).

4.(a).(iii).Detailed soil studies to follow up the land use recommendations under the Canadian Project.

5.The Canadian Team furnished the following reports relating to their studies in Ceylon :

5.(a) Land and Water Resources Surveys.

1. The Kirindi Oya Basin[c]
2. The Walawe Ganga Basin[a]
3. The Mahaweli Ganga Basin[b]
4. The Kelani Ganga-Aruvi Aru Area[b]

5.(b).FOREST SURVEYS

1. Forest Inventory of Ceylon[b]
2. Management Inventory of the Delwala-Walankanda Forest[a]
3. Management Inventory of the Kanneliya-Nakiyadeniya-Dediyagala Forest[a]
4. Management Inventory of the Morapitiya-Runakanda Delgoda Forest[a]
5. Inventory of the Madhu Forest[a]
6. Inventory of the Kumbukkan Forest[a]
7. Inventory of the Nuwaragala and Omunugala Reserves and the Ratkarawa Proposed Reserve[a]
8. Inventory of the Pallekele Forest Reserve[a]
9. Inventory of the Peak Wilderness-Agra Bopats Forest Area and Kelani Valley Forest Area (Part)[a]
10. Inventory of the Bambarabotuwa-Massena-Morahela Forest Area and Kelani Valley Forest Area (Part)[a]
11. Inventory of the Kantalai Reserve[a]
12. Inventory of the Terravil-Oddusuddan Reserve[a]
13. Inventory of the Indikada,Kirigala and Kurana-Madakada Proposed Reserves[a]
14. Inventory of the Attavillu Reserve[a]
15. Inventory of the Hurulu Reserve[a]
16. Enumeration Survey of the Navakiri Ara Teak Plantations[c]

5.(c).GROUND GEOPHYSICAL SURVEYS.

1. Use of the Refraction Seismograph Model MD-1[c]
2. Makandura Magnetometer Survey for Magnetic Iron Ore[c]
3. Use of the Ronka Horizontal Loop Electromagnetic Equipment in Ceylon[c]
4. Maddegama Radiometric Survey for the Radiometric Mineral Thorianite[c]
5. Induruwa and Kosgoda Radiometric Surveys over Monazite Beachsand[c]
6. Mitipola Radiometric Survey for the Radiometric Mineral Thorianite[c]
7. Summarising Report of the Geophysical Operations in Ceylon[c]

---

a: Published; b: Under publication; c: available for reference in Ceylon.



121 E - Oct. 1962 - 1,500

E/CONF.39/A/18/Corr.1
10 Jan.1963
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

# C O R R I G E N D U M

Agenda Item A.1 should read : A.

121 E - Jan.1963 - 1,600

E/CONF.39/A/19
26 Sept.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.3.1.3

France

# ADAPTATION DE LA LEGISLATION CONCERNANT LES EAUX A L'EVOLUTION DES CONDITIONS : UN PROJET DE CODE DE L'EAU POUR LES REGIONS PEU DEVELOPPEES, PARTICULIEREMENT EN ZONE ARIDE

Par M. GOSSELIN,
Inspecteur général des Ponts et Chaussées

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

## NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

## A.3.1.3. Adaptation de la législation concernant les eaux à l'évolution des conditions

---

## Un projet de code de l'eau pour les régions peu développées, particulièrement en zône aride

---

M. GOSSELIN Inspecteur Général des Ponts et Chaussées

---

1. Les problèmes posés par le développement accéléré des régions peu développées, particulièrement en zône aride.

a. Problèmes relatifs à la conservation des ressources hydrauliques

1 - On constate souvent, en zône aride, notamment dans les régions d'oasis une augmentation continue et importante des prélèvements sur les ressources en eau, en particulier sur les nappes souterraines, cette augmentation est due à l'accroissement démographique et surtout à la mise en oeuvre des moyens modernes de captage - forage et - pompages mécaniques par exemple - Tant que les populations n'utilisaient que des moyens traditionnels, puits creusés à main, puisage par l'homme ou avec un animal, les débits extraits étaient faibles et leur augmentation progressive ne soulevait que des problèmes peu importants que le droit coutumier permettait de résoudre.

L'emploi des techniques modernes a fait apparaitre souvent, par contre, des inconvénients sérieux par suite de l'interaction des ouvrages et de la baisse générale des niveaux piézométriques. Le droit coutumier valable dans le cadre des moyens traditionnels ne permet pas d'éviter ces inconvénients qui peuvent devenir graves et provoquer le tarissement progressif d'une ressource. Il est donc nécessaire de compléter le droit coutumier par des dispositions législatives permettant de protéger les ressources hydrauliques et d'assurer leur conservation en limitant l'ensemble des prélèvements au débit global estimé d'après l'étude du bilan hydraulique de la ressource et en évitant dans toute la mesure possible l'influence d'un nouveau captage sur les anciens.

D'autre part, dans les régions arides les nappes souterraines sont alimentées par les eaux qui ruissellent sur des impluviums souvent considérables et après s'être concentrées dans des lits d'oueds plus ou moins importants s'infiltrent dans les formations perméables traversées par ces oueds. On conçoit donc que l'utilisation des eaux de ces oueds en amont des zônes d'infiltration puisse nuire à l'alimentation de la nappe.Cette influence n'est guère à craindre quand il s'agit de très grandes nappes qui s'alimentent par un impluvium considérable en zône désertique (par ex nappes du Continental terminal ou du Continental intercalaire au Sahara) mais elle peut

être sensible dans certains cas particuliers pour des nappes phréatiques beaucoup moins importantes. Il est donc utile également; dans ces cas particuliers de pouvoir réglementer l'usage des eaux de ruissellement même temporaires. Bien entendu, ce que nous avons dit au sujet de la conservation des eaux souterraines s'applique également aux cours d'eau permanents lorsqu'il en existe.

Dans beaucoup de régions peu développées, on a cherché à assurer la conservation des ressources en eau tant superficielles que souterraines en les classant en totalité ou en partie dans le domaine public ce qui permet à l'Etat de réglementer tous les prélèvements. C'est la solution adoptée par exemple en Tunisie, au Maroc, en Afrique Noire, pour les eaux superficielles et souterraines, en Algérie pour les cours d'eau et pour une partie des eaux souterraines.

Mais, dans la zône aride, l'application de ce principe aux cours d'eau se heurte à des difficultés sérieuses. En effet, il en résulte que le lit des cours d'eau fait partie du domaine public, or dans les cours d'eau temporaires ou dans les cours d'eau permanents dont la hauteur des eaux est sujette à de grandes variations, les berges ou certaines zônesélargies du lit ou d'anciens bras inondés en hautes eaux constituent des terres cultivables qui sont parfois la principale ressource des populations voisines; elles sont donc en fait appropriées et il est impossible sans créer inutilement un conflit grave, de les incorporer au domaine public.

Il en est de même de certains lacs dont les bords sont cultivés et parfois même toute la superficie du lac. De même certains sebkhas qui reçoivent des eaux en hiver constituent sur leurs bords inondables des zônes de pâturage.

Il est donc nécessaire de n'appliquer la notion du domaine public qu'avec beaucoup de précautions en ce qui concerne le sol.

En général il n'y a pas lieu de classer dans le domaine public le lit des cours d'eau, permanents ou temporaires sauf dans des cas particuliers justifiés : par exemple dans une section de cours d'eau traversant une agglomération, où pour des raisons d'hygiène publique et de protection contre les inondations il est nécessaire d'assurer l'écoulement des eaux et de s'opposer à tout empiètement des riverains. Il en sera de même dans certaines sections de cours d'eau en vue de l'édification d'ouvrages importants de retenue ou de dérivation des eaux.

Pour les raisons indiquées ci-dessus, les règles de délimitation du domaine public fluvial devront s'écarter sensiblement de celles qui sont généralement admises (plenissimum flumen).

En ce qui concerne les eaux elles-mêmes le principe de leur intérêt public doit être maintenu mais avec beaucoup de souplesse dans l'application de manière à éviter les conflits possibles avec les droits coutumiers.

Ce droit coutumier s'applique, comme nous l'avons dit plus haut, à l'usage de l'eau pour les besoins familiaux traditionnels; ainsi limité, il doit être respecté sauf dans les zônes où le développement démographique risque de provoquer le tarissement des ressources disponibles.

Par ailleurs, il serait illusoire, dans les régions peu développées qui ne disposent que d'une administration locale réduite, de vouloir réglementer d'une manière générale l'usage de l'eau : cette réglementation, lorsqu'elle apparait nécessaire, doit donc être limitée à certaines zônes qui sont définies en fonction des besoins par l'autorité administrative après enquête. Le contrôle de l'administration sur les prélèvements d'eau pour les usages traditionnels sera limité à l'intérieur de ces zônes; en dehors de celles-ci ces prélèvements resteront libres étant entendu que les prélèvements importants à l'aide de moyens modernes (forages artésiens, pompages) en vue d'exploitation agricoles ou industrielles à une échelle importante seront dans tous les cas soumis au contrôle de l'administration car ils peuvent avoir une influence notable sur les ressources hydrauliques.

ii - Les nappes phréatiques au voisinage des agglomérations urbaines sont souvent polluées par les eaux usées diverses sur le sol ou dans des puisards; dans le cas de l'implantation d'une industrie importante il y a également un risque de pollution, notamment par les hydrocarbures; en raison de l'importance de la conservation des ressources en eau indispensables à la vie des populations, certaines précautions devront être prises pour éviter ces pollutions qui pourraient être dangereuses pour la santé publique ou rendre impropre aux usages domestiques ou d'irrigation les eaux d'une nappe ou d'un cours d'eau. Un contrôle de l'administration doit donc s'exercer dans les zones urbaines à forte densité de population et sur les installations industrielles.

D'autre part il est nécessaire de protéger les points de captage servant à l'alimentation des villes et villages en eau potable par la création de périmètres de protection appropriés.

b - Problèmes relatifs à la planification dans le domaine de l'eau.

i - Il ne suffit pas, dans les régions en voie dé développement rapide, d'assurer la conservation des ressources en eau par des mesures de défense; le développement économique et social suppose une utilisation rationnelle de ces ressources dans le cadre d'une planification économique. Les besoins en eau doivent être évalués dans ce cadre et les ressources réparties en conséquence. Par exemple, au Sahara algérien, on a évalué que les besoins en eau seraient en 1970 de 0,8m3 s pour l'alimentation des populations en eau potable, de 0,22 m3 s pour les besoins du bétail, de 0,18 m3 s pour les besoins industriels et de 23m3 s pour les besoins agricoles. Il importe d'affecter les ressources à ces différents besoins en tenant compte de la qualité des eaux et de leur prix de revient.

En outre, l'utilisation des ressources ainsi affectées doit être orientée dans une certaine mesure conformément aux objectifs du plan de développement. Il est donc nécessaire de dresser un plan général d'aménagement et d'utilisation des ressources en eau, en particulier en zône aride où ces ressources sont en général limitées et où la production agricole est plafonnée par des ressources.

Le développement incontrôlé des prélèvements sur les ressources et l'utilisation de l'eau sans plan d'ensemble ont souvent conduit en effet à une situation désordonnée préjudiciable à l'intérêt général et à celui des usagers eux-mêmes. On constate par exemple dans les oasis sahariennes une répartition très irrégulière de l'eau qui n'est pas en rapport avec les superficies cultivées; il en résulte des rendements très faibles; la pratique de la vente et de la location des droits d'eau indépendamment du sol a conduit parfois à un accaparement de ces droits par une minorité de non cultivateurs et à des charges très lourdes pour les irrigants qui doivent se procurer l'eau à des prix élevés.

D'autre part la multiplication des ouvrages de captage souvent réalisés de façon trop économique et dont l'entretien est insuffisant est une cause très importante de pertes d'eau, comme par exemple dans le cas de la nappe du continental terminal de l'Oued R'hir dans le bas Saharien algérien.

Pour ces différentes raisons la production agricole par mètre cube d'eau consommé par l'irrigant est faible; la valeur de la production annuelle pour un débit continu théorique de 1 litre par seconde (31.000 m3 par an) est en moyenne de 3000 NF dans les oasis sahariennes pour les irrigations traditionnelles, alors qu'elle dépasse le double pour les irrigations modernes.

Si on tient compte de l'eau consommé en pertes de toutes natures on obtient un chiffre très bas qui montre que la richesse potentielle constituée par les nappes souterraines n'est exploitée que dans une très faible proportion.

L'objet d'un plan d'aménagement sera donc principalement d'augmenter notablement cette proportion en agissant d'une part sur les pertes et d'autre part sur les techniques de culture et d'irrigation.

ii - La mise en oeuvre d'un plan d'aménagement suppose qu'il soit possible de réaliser trois sortes d'opérations. En premier lieu la reconnaissance des droits d'eau existants. Ensuite l'ajustement des droits d'eau aux besoins rationnellement établis et le regroupement sur des ouvrages collectifs modernes de droits d'eau possédés sur des ouvrages vétustes ou dont le faible débit est une cause de pertes.

Ceci entraîne la possibilité d'exproprier certains droits d'eau inutilisés ou qui font l'objet de spéculations préjudiciables à l'intérêt général. Enfin, il est nécessaire de lier en principe le droit d'eau à la terre c'est-à-dire de contrôler les cessions éventuelles de droits d'eau qui peuvent être justifiées temporairement ou dans des cas particuliers.

Les opérations envisagée ci-dessus peuvent porter atteinte dans une certaine mesure aux droits coutumiers. Il est donc important de prévoir dans leur application toutes les précautions nécessaires.

Tout d'abord elles ne devront être entreprises que dans la mesure où elles sont indispensables et ne sauraient faire l'objet de mesures générales.

D'autre part il importe d'associer étroitement les intéressés à l'élaboration et à la mise en oeuvre de ces mesures afin qu'ils en comprennent l'intérêt et qu'il soit tenu compte dans toute la mesure possible de leurs desiderata.

D'autre part, la rénovation suivant les bases indiquées ci-dessus des irrigations existantes ou la création d'irrigations nouvelles exige une solidarité étroite entre tous les usagers et une exploitation en commun des ouvrages hydrauliques; elle suppose souvent également, du moins pendant une première période, et pour certaines productions une agriculture collective; or l'expérience montre qu'il est très difficile de grouper en organismes coopératifs les agriculteurs encore inexpérimentés dont l'individualisme est en général très prononcé; en particulier, le stockage, le conditionnement et la vente de certaines productions exige une organisation collective. Une telle organisation ne pourra fonctionner, au moins au début que grâce à des capitaux fournis par l'Etat.

Pour les raisons ci-dessus, on est conduit pour permettre une utilisation rationnelle de l'eau une production agricole équilibrée et une commercialisation satisfaisante des produits, à envisager la création d'établissements publics à caractère industriel et commercial dont la direction est assurée par un conseil d'administration comprenant des représentants des administrations et des usagers.

Ces établissements permettront à l'Etat d'exercer une action en vue d'une utilisation rationnelle de l'eau et d'une orientation de la production agricole, notamment par le jeu d'avantages financiers et de subventions. Ils faciliteront d'autre part le rôle de l'administration chargée de la police des eaux.

Le projet de code de l'eau prévoit la création de tels organismes en en précisant la structure et le fonctionnement.

c - Juridictions -

L'expérience a montré l'intérêt d'une juridiction unique et spécialisée pour l'ensemble des litiges relatifs à la propriété, au régime et à l'usage de l'eau qu'il s'agisse de litiges entre l'administration et des personnes privées ou de litiges entre personnes privées. On sait que dans les oasis, le droit coutumier donne un pouvoir d'arbitrage à certains experts ou collèges d'experts; les groupements d'intérêt hydraulique comportent des procédures de règlement amiable des conflits entre membres du groupement. Le projet de code de l'eau prévoit l'institution de Tribunaux des eaux spécialisés qui sont compétents pour tous les litiges relatifs à l'usage de l'eau.

Ces Tribunaux composés d'un magistrat président et de deux membres spécialisés dans les problèmes de l'eau pourront ainsi appliquer les dispositions du code de l'eau dans le cadre de l'intérêt général tout en respectant dans toute la mesure du possible le droit coutumier.

2.- Analyse sommaire des principales dispositions du code de l'eau

a)- Toutes les eaux superficielles ou souterraines ne peuvent être recherchées et exploitées que dans les conditions prévues au code; les ouvrages exécutés dans un but d'intérêt public font partie du domaine public, il peut en être de même pour certaines sections de cours d'eau ou certains lacs.

b)- Le code prévoit des sanctions au cas où des atteintes de différentes natures seraient portées au domaine public. .../..

c)- L'usage des eaux superficielles est libre en dehors des périmètres contrôlés définis après enquête; de même l'usage des eaux souterraines est libre, pour les besoins traditionnels en dehors des périmètres contrôlés. A l'intérieur des périmètres contrôlés (eaux superficielles ou eaux souterraines) la recherche, le captage et l'utilisation des eaux sont soumis à autorisation préalable de l'administration.

d)- Des périmètres de protection peuvent être établis autour des captages servant à l'alimentation en eau potable.

Les déversements d'eaux usées peuvent être règlementés à l'intérieur de certains périmètres.

e)- Des servitudes sont prévues pour le passage des eaux d'irrigation ou de drainage sur les fonds intermédiaires.

f)- Une procédure est prévue pour l'établissement de plans d'aménagement hydraulique dans certains périmètres.

g)- Une procédure administrative permet la reconnaissance des droits régulièrement acquis antérieurement à la promulgation du code.

h)- Pour l'application des plans d'aménagement hydraulique il est prévu la création d'établissements publics à caractère industriel et commercial (groupements d'intérêt hydraulique)dont le rôle est double : d'une part réaliser une certaine décentralisation administrative et assurer une coordination efficace de l'action des divers services publics intéressés, d'autre part associer étroitement ces services aux usagers afin de permettre d'orienter l'activité de ceux-ci vers les objectifs prévus au plan et préparer progressivement les populations à la gestion des affaires locales et à l'entretien des installations.

Le code de l'eau précise la structure et les conditions de fonctionnement de ces organismes. Le groupement est dirigé par un conseil d'administration comprenant des représentants des administrations compétentes, des collectivités locales et des usagers. Ceux-ci sont groupés dans des secteurs d'irrigation ayant chacun à leur tête un Directeur assisté d'un comité consultatif. Le Directeur établit notamment le tableau des droits d'eau des irrigants qui est homologué après enquête par le Conseil d'administration. Toute cession d'eau est subordonnée à l'accord du Directeur.

i)- Il est prévu l'institution dans chaque province d'un Tribunal spécialisé dit Tribunal des eaux compétent en premier et dernier ressort à l'exclusion de toute autre juridiction :

1°- pour se prononcer sur les recours formés contre les décisions administratives prises en vertu du code de l'eau et relatives notamment à la délimitation du domaine public, à la reconnaissance des droits d'eau,à la recherche et à l'usage des eaux ainsi que sur les actions en indemnité dirigées contre une collectivité publique dans les mêmes matières.

2°- pour statuer sur les litiges entre personnes privées relatifs à la propriété,au régime ou à l'usage de l'eau.

3°- pour prononcer les sanctions édictées par le code ou par des dispositions législatives ou règlementaires spéciales,en cas d'infractions relatives à la police et à la conservation du domaine public ou des eaux d'intérêt public.

Le Tribunal des eaux est présidé par un magistrat et comprend en outre deux membres l'un fonctionnaires,l'autre membre d'une assemblée politique locale.

Un fonctionnaire du Service hydraulique assure les fonctions de commissaire du gouvernement.



182 F - Oct. 1962 - 1,000

E/CONF.39/A/20
26 Sept.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.1

France

# ETABLISSEMENT DES CARTES TOPOGRAPHIQUES A PETITE ET MOYENNE ECHELLE PAR LES METHODES MODERNES

Par Ingénieur en Chef Géographe BONNEVAL,
de l'Institut Géographique National,
136bis, rue de Grenelle, Paris 7e

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

## NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

Point A1

# ETABLISSEMENT DES CARTES TOPOGRAPHIQUES A PETITE ET MOYENNE ECHELLE PAR LES METHODES MODERNES

Ingénieur en Chef Géographe BONNEVAL
de l'Institut Géographique National, 136bis rue de Grenelle, PARIS 7e

a - Problèmes cartographiques généraux

a1 - Cartes de base et cartes dérivées.- Dans la gamme des cartes topographiques couvrant tout le territoire d'un pays, on distingue la carte de base, qui seule donne lieu à des opérations de levé et les cartes dérivées, en général à plus petite échelle, obtenues par réduction et généralisation de la carte de base. Le présent exposé traite exclusivement de la carte de base, dont l'échelle sera en général comprise entre 1/50 000 et 1/200 000, suivant la densité de la population et le degré de développement.

a2 - Cartes régulières et cartes expédiées.- Les cartes dites régulières sont établies avec toute la précision que les techniques permettent d'atteindre. Cette précision est caractérisée par une erreur moyenne de $0^{mm}2$ en planimétrie, d'une fraction assez petite (1/4 à 1/5) de l'équidistance adoptée pour les cartes en altimétrie. Devant les dépenses et les délais d'établissement de la carte régulière, on tend souvent par raison d'urgence à les remplacer par des cartes, plus vite levées, mais où les tolérances sont beaucoup plus larges. De tels levés dits "expédiés" devront être recommencés tôt ou tard, et constituent donc un gaspillage d'argent et de moyens; nous traiterons dans ce qui suit des cartes régulières.

a3 - Système de projection et découpage.- Les systèmes de projection actuellement utilisés pour les cartes topographiques sont conformes. Le système de projection UTM. (Universal Transverse Mercator) est préconisé par l'Association internationale de Géodésie. Le découpage international, par degrés et fractions de degrés, est également à recommander.

b - La Photogrammétrie aérienne.- La Photogrammétrie aérienne a maintenant supplanté toutes les méthodes plus anciennes. Ses avantages sont considérables, en ce qui concerne la qualité de la carte, son prix de revient, la réduction des travaux de terrain, le rendement. Par contre, les techniques mises en oeuvre sont plus complètes et exigent une plus grande spécialisation du personnel.

b1 - Les opérations successives s'échelonnent au total sur une durée plus longue; ces opérations successives sont : la couverture photographique aérienne, la détermination du canevas de base, la détermination du canevas de restitution, la restitution des photographies, le complétement de la minute sur le terrain, la rédaction cartographique et l'impression de la carte.

c - La couverture photographique

c1 - Chambres métriques de prise de vues.- Les exigences très sévères auxquelles doivent répondre les clichés pour une exploitation précise ne peuvent être satisfaites que par l'emploi de chambres métriques, parfaitement étalonnées. Ces chambres peuvent être équipées de magasins à grande capacité soit à plaques soit à films. Les plaques doivent être préférées, en particulier lorsqu'on utilise les clichés pour l'Aérotriangulation spatiale (d3a). Les progrès de l'optique ont permis de réaliser

des chambres grand-angulaires (90° et même plus), qui ont eu des résultats appréciables au point de vue économique : à altitude de vol égale, la surface couverte par chaque cliché augmente.

c2 - Navigation photographique.- Les couvertures photographiques ne sont exploitables dans de bonnes conditions pour le levé que si la navigation est parfaitement régulière, en ce qui concerne les recouvrements, dans une même bande et entre bandes, et si la verticalité des axes de prise de vues est assurée à quelques degrés près. L'opération la plus difficile consiste à assurer le recouvrement voulu entre bandes, ce qui peut être obtenu au moyen de procédés basés sur le radar. A l'Institut Géographique National IGN, les points à survoler lors de la future bande sont repérés au moyen de viseurs très simples. Ce procédé exige des navigateurs très entraînés et très habiles.

c3 - Echelle de la couverture.- Il est économique que la couverture soit à l'échelle la plus petite possible compatible avec la précision de la carte, la perception des petits détails et le plafond pratique de l'avion-photographe. Si ce dernier facteur ne l'interdit pas, les échelles les plus favorables pour des cartes au 1/100 000 ou au 1/200 000 sont 1/60 000 en région fertile et habitée, 1/100 000 en région aride ou désertique.

c4 - Avions et équipages spécialisés.- Les avions-photographes doivent pouvoir exploiter à plein les journées de ciel clair, très rares d'ailleurs dans certaines régions du globe. Les aérodromes utilisables peuvent être peu nombreux et très distants les uns des autres. Les avions doivent avoir par conséquent une grande autonomie de vol, un plafond élevé. Ils doivent être choisis en conséquence, et montés par des équipages spécialisés très entraînés.

c5 - Les photographies aériennes constituent, en l'absence de cartes, et même quand celles-ci existent, des documents précieux. Elles sont plus riches en détails de toutes sortes que la carte : par la photo-interprétation, de nombreux spécialistes peuvent s'y livrer à des études poussées. L'examen stéréoscopique est d'importance capitale dans ce genre d'études. Les mosaïques obtenues par simple assemblage d'épreuves n'ont en général qu'une valeur métrique très limitée, en raison des déformations perspectives de la photographie.

d- La détermination du canevas.- Un canevas d'appui est nécessaire pour servir d'ossature à la carte, quelle que soit la méthode utilisée. Dans le cas du levé photoaérien, les positions et les orientations des clichés ne sont connues qu'approximativement et doivent être reconstituées après coup, en utilisant obligatoirement pour chaque couple de clichés un certain nombre de points (4 à 6) connus par leurs coordonnées. C'est le canevas de restitution, mais pour les cartes à petite ou moyenne échelle, il existe des procédés permettant d'obtenir ce canevas en grande partie soit par des opérations de bureau, soit par des opérations aériennes. Néanmoins, un canevas de base restreint et très peu dense, reste nécessaire, qui ne peut être obtenu que par des mesures au sol.

d1 - Détermination du canevas de base

d1a- Canevas planimétrique.- Il peut être obtenu soit par triangulation, soit par déterminations astronomiques.

d1a1 - La triangulation (ou la trilatération, à l'aide des appareils modernes de mesure radio-électrique des distances) donne une excellente précision, surabondante pour une carte à petite échelle. Mais la méthode exige des dépenses et des délais considérables.

d1a2 - Le canevas astronomique est plus facile et plus rapide à réaliser. Chaque point est déterminé indépendamment, et peut être placé sur le terrain arbitrairement, en un endroit d'accès facile. Le point est calculable immédiatement, sans aucune compensation d'ensemble. Mais l'homogénéité est beaucoup moins bonne qu'en géodésie. Outre l'erreur intrinsèque de détermination (30 m.environ), le point astronomique est généralement entaché d'une erreur due à la déviation de la verticale (angle entre la verticale physique et la normale à l'ellipsoïde de référence), si bien que sa position ne peut être garantie qu'à une centaine de mètres près. Pour des cartes aux échelles du 1/100 000 et du 1/200 000, une densité correspondant à des distances de 50 à 100 kilomètres entre points voisins suffit pour appuyer la détermination du canevas de restitution.

d1b - Le canevas altimétrique de base est constitué obligatoirement par des traverses de nivellement géométrique de précision, matérialisé sur le terrain par des repères de nivellement. La densité de ce canevas primordial variera suivant l'échelle de la carte, et la nature de la région. Il sera complété par un canevas secondaire obtenu par l'un des procédés ci-dessous.

d1b1 - Pour un réseau géodésique, les points géodésiques, déterminés en altitude par nivellement géodésique, constitueront le réseau secondaire.

d1b2 - Pour un canevas astronomique, on aura recours au nivellement barométrique, en utilisant de préférence la méthode du cheminement à 2 baromètres (erreur moyenne : de 2 à 5 m.).

d1b3 - On peut utiliser les indications d'un enregistreur de profils aéroporté, qui trace de façon continue le profil du sol sur les itinéraires survolés. Moyennant certaines corrections et compensations très rapides, on obtient un grand nombre de cotes sur les profils avec une erreur moyenne de 2 à 3 m. Mais cette précision n'est obtenue qu'en terrain découvert et peu accidenté. En terrain montagneux ou couvert de végétation, les indications de l'appareil sont très perturbées.

d2 - Détermination du canevas de restitution

d2a - L'Aérocheminement.- Dans la plupart des cas, le canevas de restitution est obtenu en s'appuyant sur le canevas de base, au moyen des procédés dits d'Aérotriangulation spatiale ou d'aérocheminement. On assure au moyen d'appareils appropriés (restituteurs ou stéréocomparateurs) l'enchaînement des faisceaux perspectifs matérialisés par les clichés le long d'une bande, puis entre les bandes, et on obtient après compensation les coordonnées X Y Z des points nécessaires à la restitution.

d2a1 - Le principe de l'opération est simple; la difficulté réside dans l'élimination des erreurs systématiques, et dans la compensation qui doit souvent faire intervenir les données d'appareils enregistreurs de bord (statoscope, indicateur de niveau, radio-altimètre, etc...) qui améliorent la précision finale.

d2a2 - Jusqu'à ces dernières années, on utilisait des moyens simples, graphiques et mécaniques, qui donnaient une solution suffisamment approchée. Le problème peut être résolu maintenant de façon plus rigoureuse grâce aux grandes calculatrices électroniques modernes. Les appareils servant aux mesures préliminaires sur les clichés(appareils restituteurs ou stéréocomparateurs) sont équipés d'enregistreurs automatiques de coordonnées qui suppriment toute erreur de transcription.

d2a3 - La nouvelle méthode n'est pas plus économique, mais elle est plus rapide et exige moins de personnel.

d2a4 - La précision dépend évidemment de l'échelle des clichés, de la précision, de la densité et de la répartition du canevas de base. Avec un canevas astronomique, la précision locale reste excellente, les erreurs absolues étant du même ordre que celles du canevas. Il en est de même des altitudes, dont la précision reste comparable à celle du canevas barométrique.

d2b - Triangulation à fentes radiales.- La triangulation photographique par plaques à fentes radiales (TPFR) ne donne que les coordonnées X Y des points du canevas. La méthode est simple, et bien qu'elle suppose que les axes de prise de vues sont rigoureusement verticaux, elle donne une précision suffisante pour des cartes à petite échelle, en terrain pas très montagneux, à condition que l'inclinaison de ces axes par rapport à la verticale n'excède pas 3°. La TPFR reste très intéressante combinée avec une détermination radiométrique des altitudes.

d2c - Détermination radiométrique des altitudes.- On utilise l'enregistreur de profils aéroporté (APR) (voir d1b3). Au cours d'un deuxième vol, on enregistre les profils du sol sur des itinéraires contenus dans les zones de recouvrement latéral entre bandes de clichés, ainsi que sur d'autres itinéraires, plus espacés, normaux à la direction de ces bandes. En partant d'un très petit nombre de points d'altitude connue, déterminés au sol par rattachement à des repères de nivellement, et après une compensation simple, on obtient les altitudes absolues d'autant de points qu'on le désire, qui serviront à l'orientation absolue des modèles plastiques sur les appareils de restitution. La méthode a été utilisée avec un plein succès par l'IGN ces dernières années pour la carte au 1/200 000 du Sahara, en combinaison avec la TPFR (programmes annuels : 200.000 à 250.000 Km2). On évite ainsi tout le processus d'aérotriangulation. Les altitudes sont obtenues avec une erreur moyenne de 2 à 3 m.

e - La restitution

e1 - Nous signalerons au passage sans y insister l'intérêt en terrain plat des photoplans obtenus par assemblage de photographies redressées, qui fournissent une image géométrique correcte de la planimétrie, et peuvent servir de fond topographique pour un levé sur le terrain des courbes de niveau.

e2 - La restitution stéréoscopique

é2a - Elle constitue la seule solution générale du levé complet de tous les éléments de la carte à partir des photographies aériennes. Elle consiste, le couple de clichés ayant été mis à l'échelle et orienté sur les points du canevas, à tracer les détails planimétriques et les courbes de niveau en utilisant le contact stéréoscopique entre le terrain vu en relief et une mire aérienne mobile à volonté suivant les 3 axes de coordonnées.

e2b - Il existe une assez grande variété d'appareils restituteurs stéréoscopiques, classés en différents ordres suivant leur précision. Les appareils de premier ordre permettent d'atteindre une précision altimétrique(1) de la carte comprise entre 1/6 000 et 1/8 000 de la hauteur de vol, celle-ci étant évidemment fonction de l'échelle des clichés, donc de celle de la carte. Dans le cas des cartes à petite échelle, le canevas étant obtenu par les méthodes décrites plus haut, on peut se contenter d'appareils de 2ème ordre dont le prix d'achat est bien moindre. Compte tenu de l'erreur intrinsèque du canevas d'appui, l'erreur moyenne finale en altimétrie de la carte est alors comprise entre 1/1 000 et 1/2 000 de la hauteur de vol.

e2c - L'emploi des chambres super grand-angulaires (champs de 110°) est avantageux parce que le nombre des clichés pour une surface donnée est diminué pour une même hauteur de vol (échelle plus petite). Il est possible de restituer de tels clichés en utilisant des appareils conçus pour un angle de champ de 90°, en transformant les faisceaux perspectifs par anamorphose. La solution n'est qu'approchée, elle est suffisante pour des inclinaisons sur la verticale n'excédant pas 3 ou 4° et des terrains pas trop accidentés.

e2d - Il existe des appareils, dits simplifiés, dont le principe repose sur certaines approximations, ou certaines hypothèses non réalisées dans la pratique. La construction est alors très simplifiée et le prix très réduit. Mais ces appareils présentent de graves inconvénients : - qualité du levé incertaine et variable - emploi moins commode - efficacité moindre. Ils exigent en général des opérateurs plus entraînés, et parfois un canevas d'appui de densité plus grande. Même, dans le cas des petites échelles, ils conviennent mieux pour des levés expédiés que pour des levés réguliers.

e3 - La stéréominute. Le document fourni par la restitution, la stéréominute constitue, après dessin en couleurs en signes conventionnels, une carte provisoire muette, mais qui peut être diffusée sous forme de reproductions monochromes. Le support de la stéréominute est constitué maintenant par une feuille de matière plastique, d'excellente stabilité dimensionnelle. Dans les régions accidentées, on peut dissocier planimétrie et courbes, en traçant ces dernières avec une pointe d'acier sur une couche à tracer (plastique recouvert d'une couche opaque). La planche de courbes gravée servira directement pour l'édition (voir g1), et on peut en outre obtenir facilement des reproductions bicolores de la stéréominute.

f - Le complétement

f1a - La stéréominute est un document incomplet sur lequel manquent certains détails non vus sur les photographies, les limites administratives, la toponymie. En outre certains détails ont pu être mal interprétés à la restitution. Il faut remédier aux imperfections et aux lacunes de la stéréominute par des opérations de terrain, appelées "complétement". Ces opérations, pour être efficaces, doivent être exécutées par des topographes très confirmés. Le plus grand soin doit être apporté à la toponymie, pour laquelle le choix des graphies définitives doit être laissé à des spécialistes de la phonétique et de la linguistique.

(1) La précision altimétrique est la plus difficile à respecter en photogrammétrie aérienne; la précision planimétrique est caractérisée en général par l'erreur graphique (0,2 mm.).

f1b - Par un souci d'économie, pour éviter le double parcours du terrain avant et après la restitution, on utilise parfois le <u>précomplétement</u> : les opérateurs chargés de la détermination du canevas au sol ont alors la mission supplémentaire de recueillir et reporter sur les photographies des renseignements permettant d'apporter au bureau, après la restitution, toutes les corrections et additions qui sont normalement du ressort du complétement. Cette méthode, à la rigueur acceptable en région désertique, est peu efficace en région habitée. Le complétement après restitution doit lui être préféré, si l'on désire une carte complète et fidèle.

g - <u>L'édition cartographique</u>.- Pour des raisons de lisibilité, les cartes sont très généralement polychromes. Elles comportent d'ordinaire trois couleurs fondamentales : noir, bleu, bistre, auxquelles s'ajoutent souvent des couleurs auxiliaires : vert, rouge, estompage en noir sur une planche spéciale.

g1 - <u>Dessin cartographique</u>.- Il a pour but d'obtenir autant de planches par couleurs séparées qu'il doit y avoir de passages en machine pour l'impression de la carte. La stéréominute est reproduite en couleur pâle en autant d'exemplaires qu'il est nécessaire, soit sur papier spécial, soit sur support transparent (astrafoil, astralon), soit sur couche à tracer recouverte d'un enduit opaque. Le dessinateur cartographe dessine sur le fond correspondant, ou grave sur ce même fond, dans le troisième cas, au moyen d'outils spéciaux, tous les détails correspondant à l'une des couleurs. Il établit séparément, sur support transparent, les planches auxiliaires de végétation, de noms et de cotes.

g2 - <u>Reproductions et photo-métallographie</u>.- Les différentes planches sont reproduites par tirage-contact sur plastique (film polyester) recouvert de gélatino-bromure. Des tirages combinés sont nécessaires pour obtenir la planche unique portant la planimétrie, les noms et les cotes. La planche d'estompage est l'objet d'une reproduction tramée. Les films correspondants aux différentes planches sont alors reproduits sur métal, zinc, ou aluminium, ou plus récemment planches bi-métalliques donnant une meilleure finesse.

g3 - <u>Impression en offset</u>.- Après un premier tirage d'essai en offset sur presses à contre-épreuves, on fait éventuellement les corrections nécessaires, avant de procéder au tirage sur machines rotatives au nombre d'exemplaires désiré (5000 par exemple). L'impression se fait successivement pour chacune des planches, d'où l'intérêt de machines multicolore, imprimant plusieurs planches d'un seul coup.

h - <u>Conclusion</u>

h1 - Les méthodes faisant l'objet de cet exposé sont des méthodes pratiques, élaborées et mises au point par l'IGN., et appliquées systématiquement et effectivement à des programmes de levé, qui ont couvert annuellement, au cours des dernières années, de 300.000 à 350.000 Km2, aux échelles du 1/50 000, du 1/100 000 et du 1/200 000, avec des proportions variables suivant les années pour les différentes échelles.

h2 - Les conclusions de cet exposé apparaissent d'elles-mêmes.

h2a - Une carte moderne est l'aboutissement d'une véritable chaîne de production; les opérations successives de cette chaîne mettent en oeuvre des matériels particuliers et font appel à des techniques diverses qui exigent du personnel spécialisé, tant pour la manipulation des matériels que pour leur entretien.

h2b - L'établissement de la carte constitue un problème à la fois technique et économique; la solution adoptée doit concilier au mieux des exigences de précision de la carte avec un prix de revient minimum.

h3 - Un service cartographique moderne ne peut s'improviser : la formation du personnel est longue; l'acquisition et la mise en service du matériel ne peuvent se faire que progressivement.

h4 - Les programmes doivent être établis à l'avance, et l'on doit s'y tenir sous peine de perturber gravement la production de la carte. Sans une parfaite organisation à tous les stades de la production, celle-ci ne saurait avoir le caractère industrialisé qui, seul, permet de concilier les exigences de précision, de rendement et de prix de revient.

h5 - Un service cartographique nouvellement formé, ou voulant moderniser ses méthodes,

pourra trouver grand intérêt, au moins pendant les premières années, à confier l'exécution de certains travaux délicats, exigeant des matériels complexes, à des organismes existants, ayant acquis la pratique de ces travaux, c'est le cas par exemple pour les prises de vues aériennes, les travaux d'aérotriangulation analytique. Souvent un temps précieux pourra être ainsi gagné pour le démarrage de la chaîne de production de la carte et se trouveront réduits les délais d'exécution de cette oeuvre cartographique, dont l'urgence et l'importance pour la modernisation et le développement économique national d'un pays sont désormais universellement reconnues.



196 F - Oct. 1962 - 1,000

# E/CONF.39/A/21

Readex
Fiche

E/CONF.39/A/21
27 Sept. 1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.1.2

France

# PROBLEMES D'ORGANISATION EN MATIERE DE CARTOGRAPHIE

Par l'Inspecteur général Géographe DANIEL,
de l'Institut Géographique National IGN,
136bis, rue de Grenelle, Paris 7e

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

## NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

Point A - 1 - 2

# PROBLEMES D'ORGANISATION EN MATIERE DE CARTOGRAPHIE

par l'Inspecteur Général Géographe DANIEL
de l'Institut Géographique National (IGN) 136bis rue de Grenelle, PARIS 7e

a - Problèmes cartographiques généraux

a1 - Le développement économique d'un pays ne saurait se concevoir désormais de façon rationnelle, s'il n'est appuyé sur une documentation cartographique appropriée. Les études et projets de tous genres, la planification régionale ou nationale exigent des cartes à échelle convenable couvrant tout le territoire.

a2 - D'autre part les différents aspects du développement économique, de l'inventaire des ressources, nécessitent des cartes spéciales dites thématiques; la carte topographique constitue la base à partir de laquelle ces cartes thématiques peuvent être obtenues économiquement par une simple surcharge.

a3 - Le problème essentiel est donc celui de l'établissement de la carte de base, exigeant seule des opérations de levé; les cartes dérivées, à échelle plus petite, s'en déduisent par photographie et dessin. Cette carte de base n'est d'ailleurs pas obligatoirement à échelle unique pour tout le territoire. Elle peut varier d'une région à l'autre suivant la nature du terrain, la densité de la population, l'intérêt économique. Le choix de l'échelle ou des échelles de cette carte est essentiel; il devra tendre à concilier au mieux la brièveté du délai d'exécution, et le prix de revient minimum avec les besoins réels des usagers. Pour un pays de grande étendue, le choix doit se porter sur des échelles comprises entre 1/50.000 et 1/200.000.

a4 - En même temps que la carte de base, devront être exécutés de façon urgente des plans ou cartes à grande ou très grande échelle, sur des surfaces restreintes en vue de projets particuliers : zones urbaines, irrigation, construction de barrages, ou de voies de communication. L'organisme cartographique devra pouvoir satisfaire ces besoins indépendamment de la carte de base et disposer par conséquent d'un potentiel de production supplémentaire.

a5 - Les facilités offertes par les photographies aériennes pour les études de tous genres basées sur la photo-interprétation, l'intérêt des "mosaïques" photographiques, rapides et peu onéreuses à établir, pour servir de fond topographique provisoire, au moins dans les régions peu accidentées, doivent inciter à réaliser, dans le plus bref délai possible, une couverture systématique de tout le territoire, à l'échelle qui aura été retenue en fonction de l'échelle de la carte de base. Mais d'autres couvertures, à plus grande échelle, pourront être nécessaires, soit pour les travaux spéciaux de levé (a4), soit pour certains aspects de la photo-interprétation : études forestières, pédologie. Les dépenses relativement élevées qu'imposeront toutes ces prises de vues seront loin d'être improductives, car elles permettront à leurs utilisateurs des gains de temps considérables.

b - Les méthodes photogrammétriques doivent être à la base de toute oeuvre cartographique nouvelle d'une certaine étendue. Ces méthodes ont connu au cours des vingt dernières années un développement considérable et pleinement justifié, car, seules, elles permettent le levé de surfaces importantes dans des délais raisonnables, en réduisant très fortement les travaux de terrain, toujours onéreux, et en assurant à la carte une homogénéité, une fidélité et une précision très supérieures à ce qu'il était possible d'atteindre auparavant. Pour ce qui concerne les méthodes et techniques à

mettre en oeuvre aux différentes étapes de fabrication de la carte, nous renvoyons à la communication de l'Ingénieur en chef Géographe Bonneval "Etablissement des cartes topographiques à petite et moyenne échelles par les méthodes modernes". Le présent exposé traitera plus particulièrement des questions d'organisation : programmes, problèmes de matériel et de personnel, etc...

c - Organisation générale des travaux

c1 - L'introduction des méthodes photogrammétriques a fortement contribué à donner à la production de la carte un caractère industrialisé. La carte est le produit final d'une véritable chaîne de production, dont les étapes successives se répartissent sur plusieurs années. Il est donc essentiel que les programmes soient conçus et arrêtés définitivement suivant une progression raisonnable, et qu'ils ne soient pas remis en cause au cours de leur exécution.

c2 - Pour un service cartographique nouveau ou un service voulant se moderniser, et soucieux d'aller vite, il sera judicieux de mener de front : une couverture photographique systématique de haute qualité, ainsi que des couvertures locales à plus grande échelle, et un équipement de terrain en points de canevas : en général, points astronomiques, repères de nivellement, altitudes barométriques ou par enregistrement aérien de profils. La triangulation géodésique sera limitée à des régions restreintes, exigeant des levés précis à grande échelle.

c3 - Sur ces données de base, on entreprendra et on mènera de front simultanément :

c3a - une carte générale à l'une des échelles 1/200.000, 1/100.000, 1/50.000 suivant les régions et d'après les méthodes exposées dans la communication déjà citée.

c3b - des cartes ou plans locaux, à des échelles comprises entre 1/1.000 et 1/20.000 pour des projets particuliers, ou des zones de grand intérêt économique.

c3c - toutes études concernant l'inventaire des ressources : géologie, hydrologie, études forestières, pédologie, en appliquant à la couverture générale ou aux couvertures spéciales les procédés de la photo-interprétation, ces études se faisant en général, indépendamment de l'organisme cartographique, dans les services spécialisés.

d - Organisation du service cartographique

d1 - Les besoins à satisfaire étant ainsi définis, ainsi que les méthodes à employer, il est possible de concevoir une organisation rationnelle du service cartographique officiel, qu'on peut résumer comme suit :

d1a - une division administrative et financière, chargée de l'administration, du personnel, de la gestion des crédits.

d1b - une formation aéronautique convenablement équipée pour les prises de vues, mais qui pourra être appelée à exécuter d'autres travaux aériens : enregistrement de profils, prospection aéroportée, etc...

d1c - une division des travaux de géodésie, d'astronomie et de nivellement.

d1d - une division chargée des travaux photogrammétriques et topographiques, ces derniers étant surtout des travaux de complétement, auxquels s'ajouteront, après un certain délai, ceux de la révision de la carte.

d1e - une division de cartographie, à qui incombent tous les travaux de dessin définitif de la carte, de reproduction et d'impression.

d1f - une division du matériel, subdivisée elle-même en plusieurs sections, et chargée de satisfaire aux besoins de tous genres des autres divisions, en ce qui concerne l'achat, la réception, l'étude des matériels nouveaux, l'entretien du matériel en service, la fourniture des matières premières, les essais de recette de certaines d'entre elles.

d1g - une école spécialisée pour la formation des personnels techniques : personnel de direction et d'encadrement et même certains personnels d'exécution. L'existence d'un tel centre de formation est justifiée par le fait que les sciences appliquées qui interviennent dans l'établissement de la carte ne sont pas en général traitées par l'enseignement officiel, sinon sous une forme trop théorique.

d2 - La mise sur pied d'un tel service géographique est une oeuvre de longue haleine; il faut constituer les ateliers, grouper les moyens nécessaires tant aux travaux de bureau qu'aux travaux de terrain, instruire les personnels techniques d'enca-

drement et d'exécution. Certains éléments de cette organisation ne pourront être en état de fonctionner qu'après plusieurs années. C'est le cas par exemple de la formation aéronautique, longue à constituer et à entraîner, des ateliers de restitution pour lesquels le personnel demande une formation de près d'un an, de l'atelier de calcul d'aérotriangulation analytique, la mise au point des programmes de calcul et de compensation pour des blocs d'une certaine importance exigeant des ingénieurs hautement spécialisés et un délai de un à deux ans. Or les besoins cartographiques seront urgents; la carte, une fois lancée, devra être produite rapidement. D'où l'intérêt évident que trouveront des services nouveaux ou nouvellement réorganisés à confier, au début du moins, tout ou partie de ces travaux délicats à des organismes étrangers ayant acquis en ce domaine une expérience suffisante. Ainsi pourront être menées de front l'organisation progressive du service et la satisfaction des besoins les plus urgents.

e - Les moyens nécessaires au bon fonctionnement d'un service géographique organisé sur les bases ci-dessus peuvent se subdiviser en : personnel, matériel, locaux, moyens financiers.

e1 - Le personnel doit comporter plusieurs catégories :
- des ingénieurs de conception et d'organisation des travaux, d'un haut niveau technique
- des ingénieurs de direction des travaux et d'encadrement du personnel d'exécution, d'un niveau technique inférieur
- des personnels d'exécution, en général très spécialisés, qu'on peut subdiviser à leur tour en personnel de terrain et personnel d'atelier, sans qu'il y ait d'ailleurs de cloison étanche entre ces deux catégories, en raison du caractère saisonnier des travaux de terrain sous la plupart des latitudes.

e1a - La formation de ces différents personnels sera surtout théorique, pour les ingénieurs du premier corps, à la fois théorique et pratique pour les ingénieurs du second corps et les personnels de terrain, surtout pratique pour le personnel exécutant des ateliers.

e1b - L'école d'application devra donc comporter différentes divisions correspondant aux différents niveaux, par exemple sur le modèle de l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques, qui fait partie intégrante de l'Institut Géographique National. La formation des cadres d'une telle école, qui ne se fera pas sans un délai assez long, peut avantageusement être aidée par un des centres existants de formation cartographique, parmi lesquels figure en bonne place l'école déjà citée.

e1c - De certains personnels d'exécution seront exigées des qualités très particulières. Les dessinateurs cartographes doivent fournir un dessin d'excellente facture, puisque vont en dépendre la clarté de la carte et son aspect plus ou moins agréable. Les restituteurs devront avoir une excellente acuité stéréoscopique pour conserver à la carte la précision altimétrique désirée. En moyenne, -10 à 15 % des individus présentent cette aptitude, dont on ne peut être assuré qu'après un essai probatoire de plusieurs mois.

e1d - L'Ecole ne pouvant pas disposer de tous les matériels aux seules fins de l'instruction, la formation pratique du personnel d'exécution se fera de préférence dans chacun des ateliers de production, le personnel nouveau s'intégrant progressivement parmi le personnel plus ancien.

e1e - Les spécialités des différents membres de l'équipage d'un avion photographe ne s'enseignent pas dans une école sous la forme désirable. Le pilotage, la navigation sur un avion de ligne ne sont pas de même nature que sur un avion photographe. Ces personnels devront être choisis parmi les spécialistes titulaires des brevets correspondants dans l'aviation commerciale ou militaire, mais n'acquerront la maîtrise nécessaire que par un entraînement suffisant à leurs nouvelles tâches.

e2 - Matériel.- L'établissement d'une carte par les procédés modernes fait intervenir des matériels complexes et variés, allant des avions aux presses rotatives, en passant par les appareils de restitution, les stéréocomparateurs et les calculatrices électroniques à très grande capacité, le prix de ces dernières ne permettant d'ailleurs que d'en envisager la location et non l'achat.

e2a - La recherche d'une production de la carte sur un mode industrialisé introduit

les impératifs habituels de l'industrie :

e2a1 - maintien du matériel en excellent état de fonctionnement, afin de réduire au maximum les temps morts dus aux pannes et incidents fortuits. Certaines pannes se produisant par exemple sur un des matériels embarqués sur l'avion-photographe entraînent ipso facto des dépenses importantes, qui restent improductives.

e2a2 - nécessité pour certains matériels de constituer des lots suffisants de pièces de rechange, ou de disposer de matériels de rechange complets : à bord de l'avion, pour tout le matériel de prise de vues et les équipements accessoires; en terrain aride ou semi-désertique, pièces de rechange pour le matériel automobile, permettant un dépannage immédiat, etc...

e2a3 - un entretien régulier , comportant entretien journalier et révisions périodiques, réduit les pannes et prolonge la vie utile du matériel; il est donc doublement avantageux. Cet entretien, ainsi que le dépannage en cas d'incidents mineurs, est du ressort des ateliers utilisateurs, d'où la nécessité d'avoir, à côté du personnel d'exécution, dans certains ateliers au moins, des personnels spécialisés pour ces tâches. Les incidents plus graves pourront être soit du ressort de spécialistes attachés à la division du matériel (d1f), soit du constructeur lui-même, le recours à celui-ci devant toutefois rester tout à fait exceptionnel.

e2b - En dehors des matériels proprement dits, les différents travaux exigent des matières premières très variées : surfaces sensibles, produits photographiques, feuilles de plastique, papiers à cartes, etc... Il est important, pour la bonne marche des travaux, que ces matières premières satisfassent aux normes exigées. Les essais sur échantillons nécessaires pour ce contrôle seront en principe du ressort de la division du matériel, laquelle devra être dotée des ateliers spécialisés appropriés.

e2c - C'est à elle qu'incombera également la recette technique des matériels nouveaux, ainsi que les étalonnages périodiques exigés par certains matériels en service : chambres de prise de vues aériennes par exemple.

e3 - Les locaux

e3a - Les locaux doivent être aussi bien adaptés que possible à leur usage, ce qui doit faire préférer de façon générale la construction de bâtiments neufs à l'occupation de locaux existants. Certains locaux devront être climatisés pour une meilleure exécution de certains travaux : ateliers de restitution, laboratoires de copie, ateliers d'impression, etc...

e3b - La plus grande attention doit être apportée aux problèmes de stockage, non seulement des matières premières, mais surtout des produits des différents stades de la chaîne : clichés aériens, stéréominutes, planches de tirages, lots de cartes imprimées en attendant la vente. Il s'agit de documents encombrants qui, pour la plupart, doivent être conservés en archives pour une durée indéfinie, et dont le volume va évidemment en augmentant à mesure que les années passent. Les locaux destinés au stockage constituent une fraction relativement importante de l'ensemble des locaux; certains devront être climatisés pour une meilleure conservation des documents : clichés, planches de tirage sur plastique, etc...

e4 - Les moyens financiers.- La création d'un service nouveau ou la modernisation d'un service existant implique des achats de matériels d'un prix souvent élevé et dont la livraison peut demander des délais assez longs. Mais ces dépenses importantes sont faites une fois pour toutes et ne seront à renouveler qu'à long intervalle. Elles devront être couvertes par des "crédits d'équipement", reportables, c'est-à-dire pour lesquels aucune date limite d'emploi n'est imposée, contrairement aux crédits de fonctionnement, qui resteront sensiblement constants d'un exercice budgétaire sur l'autre, du moins pour un effectif de personnel et un volume de travaux déterminé.

f - Equilibre entre les ateliers producteurs.- L'importance de l'ensemble du service et de ses moyens est à fixer en fonction des crédits et de la cadence de production imposée pour la carte. Mais l'importance relative de ses subdivisions doit réaliser un équilibre en personnel et en matériel qui dépend des rendements des différentes opérations élémentaires. Nous indiquerons ci-dessous quelques chiffres concernant ces rendements.

f1 - Un avion-photographe bien équipé peut prendre en une journée de beau temps 500 clichés environ. La surface couverte, dans les conditions habituelles de recouvre-

ment, sera suivant le format des clichés : de 3500 à 5000 km2 au 1/25.000, de 14.000 à 20.000 Km2 au 1/50.000, de 56.000 à 80.000 km2 au 1/100.000. L'échelle adoptée pour les clichés dépendra de l'échelle de la carte et de la précision imposée; son choix a une importance extrême, car il influe considérablement sur le montant des dépenses. On peut citer à titre indicatif les échelles optimum suivantes : 1/25.000 à 1/30.000 pour la carte au 1/20.000, 1/55.000 à 1/65.000 pour la carte au 1/50.000, 1/70.000 à 1/80.000 pour le 1/100.000, 1/80.000 à 1/100.000 pour le 1/200.000.

f2 - Un opérateur d'astronomie peut déterminer en un mois de 6 à 10 points suivant les difficultés de parcours, la distance entre les points étant comprise en 50 et 80 km. Un opérateur de nivellement fera par mois de 70 à 90 km. d'itinéraires nivelés.

f3 - Pour les échelles de clichés indiquées plus haut, pour les différentes échelles de carte, le rendement moyen horaire de la restitution sera compris entre 15 et 30 ha. au 1/20.000, entre 50 et 150 ha. au 1/50.000, entre 3 et 6 km2 au 1/100.000, entre 7 et 10 km2 au 1/200.000.

f4 - En ce qui concerne l'Aérotriangulation, les temps de passage d'un couple sur l'appareil de mesure des coordonnées sont environ de $0^h45$ sur un stéréocomparateur, de $1^h15$ sur un appareil de restitution, dans les deux cas avec enregistrement automatique des coordonnées.

g - Conclusion.- L'établissement de la carte topographique d'une grande surface a pris, de plus en plus, avec les méthodes modernes, un caractère industrialisé.Ainsi le choix des paramètres est-il un problème à la fois technique et économique, la solution adoptée devant concilier au mieux les conditions contradictoires de précision, de prix de revient minimum et de rapidité d'exécution. L'organisation du service cartographique chargé de cette oeuvre doit, dans la mesure du possible, obéir aux règles de l'industrie en recherchant à tous les stades : le meilleur entretien du matériel, l'élimination des temps morts nuisibles au rendement, la spécialisation du personnel, un équilibre judicieux entre les ateliers producteurs, l'étude des méthodes et matériels nouveaux permettant de faire progresser les techniques. C'est en cherchant à satisfaire au mieux à ces conditions que la production cartographique répondra aux critères de qualité, de régularité et de rendement qui sont ceux de toute production industrielle bien organisée.

194 F - Oct. 1962 - 1,000

## NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

# MAPPING AND SURVEYING PRACTICES ADAPTED TO USE IN LESS DEVELOPED AREAS.

BY

R. OLUWOLE COKER, ASSISTANT SURVEYOR-GENERAL, WESTERN NIGERIA.

Introduction:

1. Science and Technology are making spectacular and tremendous advances and the already developed countries which are right in the thick of these advances, are being supplied with this catalyst to further their development. The less developed countries must hasten, not only to make up for lost ground, but also to catch up with modern developments. They are yearning for development. They must neither be static nor be in dynamic equilibrum. They must marshall all their forces and harness all their resources in order to accelerate the rate of development.

2. The land is the primary asset of man and all economic growth is traced to it. The mineral resources beneath the earth's surface must be explored, the energy entrapped in waterfalls must be converted to power, the navigability of rivers must be investigated. Towns and country side must be planned. It is therefore of fundamental importance that a system of evaluating this primary asset of man must be evolved. Human resources are also vital. It is here that surveys and maps come in. A survey map can depict, on a plane sheet of paper, the general features of the earth's surface in all its dimensions and show the distribution of man power.

3. The less developed countries are handicapped not only because they are late starters in the race for development but also because they are relatively poor. If the less developed countries are to accelerate, or even maintain their rate of development, they must adopt a method of mapping which is fast, accurate and economical.

4. Great treks of surveyors used to be familiar sights negotiating jungles, marshes and deserts, making the maps as they went along. This method is necessarily slow and laborious. It is not surprising that maps, produced under such conditions, were not free from errors. One of such maps is the Burmi Sheet of Northern Nigeria in which some towns were found to be as much as 8 miles out of position.

5. Photogrammetry has revolutionised surveying; maps can now be produced from aerial photographs with the aid of plotting machines and equipment. The process is less laborious and consumes less man power. It does not however follow that some of the devices, like aero-triangulation, will cut down cost in the mapping of easily accessible areas particularly in less developed areas where labour is relatively cheap. But when this is considered along-side with the plotting of details there can be no doubt that photogrammetry is the obvious answer to the mapping of under developed countries; it may however have to be adopted without some of its trimmings.

Aerial Photography.

6. The first essential in photogrammetry is the production of aerial photographs at suitable scales for both planimetry and altimetry. The aircraft must therefore be equipped with instruments which will satisfy this requirement. Cameras with wide angle lens of about 90° and 6" focal length are usually used for taking photographs. Some of the less developed countries around the equator have low clouds for most part of the year, and consequently the period during which photographs could be taken is restricted. A new device of using cameras with super wide angle lens of about 120° and shorter focal length of about 3½" enables the aircraft to fly at a lower altitude to obtain photographs at the same scales. Another device is the use of Infra Red Film for photography. This permits some penetration through haze, thus increasing the number of days on which photographs can be taken. Also the drainage detail and vegetation are more rigorously defined than with Panchromatic Film. These two devices combined were reported to have produced spectacular results in Nigeria. It has been possible to obtain photographs at a scale of 1/40,000 at the first attempt. Previous attempts to obtain photographs at the same scale with a

camera with 6" lens using panchromatic film were unsuccessful. It has been suggested that this success has been due to a spot of good weather but the effect of the new devices cannot be ruled out.

7. Another modern device which was designed by the National Research Council, Canada is the Airborne Profile Recorder (A.P.R.) which gives the height of the aircraft above the ground as it flies along. It has not been widely used but it is considered by some of those who have used the method that it is too expensive and that if its application is not conducted concurrently with aerial photographs, there is a danger of losing time. It has been found to have unquestionable advantages in desert areas and has also been used successfully over mountains in Arizona. The National Research Council of Canada have used the A.P.R. for "determining scale (and hence horizontal distances) on aerial photographs. They have also developed methods for using it for bridging between widely separated ground control points a requirement required when mapping a new area containing only limited known points of control".[2] This instrument may still have a future in less developed areas.

8. Most of the less developed countries lack the financial resources and the technical know-how to own, equip and operate an aircraft for photography alone. They therefore depend on the services of firms operating from the more developed countries. Some of these less developed countries are developing Air Forces of their own for defence purposes; and as these become more established it may be more economical for them to adapt some aircraft for aerial photography. These aircraft will be available for other purposes during the off-season, as is the case with the Department of Highways of the state of Minnesota in U.S.A. which operates its own aircraft for aerial photography and during the off-season uses it for assisting the highway patrol in obtaining information about traffic congestion.

9. The pattern of life in the less developed countries is changing at such a rapid rate that within a short time maps become out-of-date. There are instances where a whole village has migrated to a new site usually along a main road. Also, new roads are being constructed to open up the hinterland. It will therefore be necessary to retake aerial photographs at regular intervals for periodic revision of maps. Developing Countries must therefore regard aerial photography as a long-term project.

Ground Control.

10. Before maps can be produced from aerial photographs, there must be some means of linking the photographs with the details on the ground. Some points on the photographs are identified on the ground and the positions of these points rigorously determined. It is to these 'ground control points' that the map is hinged.

11. The Symposium Organised by the Inter-African Committee for Surveys and Maps of the C.C.T.A. at Salisbury Southern Rhodesia in June, 1962 showed that opinion is divided on the method of obtaining ground control points. One school of thought, which is predominantly British in origin, holds the view that ground control points should be based on geodetic control either by triangulation, trilateration or traversing. This system, they hold, may be more expensive, but in a rapidly developing community, these points would serve as the basis for other maps required for development projects. They however realise that in sparsely populated areas or in places which are difficult to penetrate, geodetic control may not justify the expense at present. The other school of thought, which draws its inspiration from France, is convinced that under the present condition in less developed countries, control should be supplied by astronomical observations. This will facilitate a more rapid and more economical mapping of the area. It is claimed that sufficient accuracy has been achieved through this method which has been a specific advantage in mapping sparsely populated or desert area.[3]

12. It is significant to note that while the first school of thought considers a scale of about 1/50,000 as the most suitable for topographical mapping the second adopts a scale of 1/200,000. It is obvious therefore that the larger scale map must be based on a more rigid control. Also some of the former French territories in Africa which border on the Sahara desert may at present make do with maps on smaller scales. The Sahara Desert is, however, growing in importance with the discovery of mineral deposits and it may not be long before the maps of this area may have to be based on a more accurate and rigid control. Areas which are of no economic importance today may be vital tomorrow, requiring accurate maps. If we consider this and the needs of densely populated areas we may come to the

conclusion that the time may not be far distant when the necessity of geodetic control will be universally accepted.

13. Electronic methods of measuring distances, for example, the Tellurometer and Geodimeter are now being used in establishing ground control. This new discovery produces a great saving in time, and makes it possible for observations to be taken under otherwise unfavourable conditions. The harmattan used to be a great handicap for geodetic observations but it has been possible in Nigeria to measure a distance of about 28 miles, in both directions in under 30 minutes in harmattan and yet get agreement of about 1/170,000. In U.S.A. and Canada geodetic bases are now measured with the Geodimeter. Although electronic methods are fast and consume less man-power they are rather difficult to use in flat or heavily forested areas because the stations may not be intervisible. In these areas, high towers may be the solution but tall tropical trees may make the cost of installing towers which are high enough to afford intervisibility rather exorbitant. There is also the heavy expense of transport for the equipment and towers. Another disadvantage with the Geodimeter is that work has to be done at night when it is dark and the visibility is good. The heavy expense in flat or forested countries may limit the use of electronic instruments but they are invaluable in hilly countries. However, accuracies ranging between 1/10,000 and 1/100000 had been obtained from tellurometer traverses in Nigeria along the River Niger with legs varying from 3 to 15 miles. The total distance of 370 miles was measured in about 3 months with a party of 12 men, 3 of whom were survey personnel. In contrast it took another survey party of 20 men including 2 survey personnel about the same time to run a traverse of about 35 miles along a main road.

14. As it has been stated above, in settled areas it may be more economical to supply ground control by ground methods but in inaccessible areas and in difficult terrain where it is not easy to establish survey beacons, the answer lies in the possession of photogrammetric machines for supplying additional ground control points by aero-triangulation.

Technique of Mapping.

15. Maps are expensive to produce. But up-to-date and accurate topographical maps are invaluable for any scientific planning and for economic development. The high initial cost of equipment and establishing control points drives some people to the conclusion that the less developed countries, yearning for development, cannot afford the luxury of up-to-date, accurate topographical maps, and their immediate needs should be met by rapid planimetric maps, on the ground that a bad map is better than no map at all. This may be correct for administrative maps showing political and administrative boundaries and for social maps showing distribution of amenities. But it may eventually prove to be false economy because scientific users of maps would soon be demanding accurate contoured maps depicting the topography. The Director of Geological Surveys, Nyasaland confirmed this view when he wrote, 'Contours are of the greatest value, and there is no comparison in usefulness between the old "Preliminary Plot" series originally issued by the Directorate of Overseas Surveys and later contoured sheets of the same areas. A vertical interval of 50 feet is suitable for most purposes of regional geological survey. Contours are much preferable to hill shading in that they display structural trends more satisfactorily, are more useful in fixing position and, furthermore, permit calculation of structures of exposed strata.'

16. The technique of mapping in less developed areas should be such as would make possible the production of accurate topographical maps. The developing countries are limited by their relatively meagre resources and by pressure from all directions for financial consideration. It is easy to see the necessity for hospitals, it is the common desire of every citizen for education; the fact that survey is the basis of all these social amenities is obscured. It is therefore not surprising that on the average of 1% of the Budget of developing countries is spent on Survey while Health and Education take about a third each. But if the race for development must be speeded up then developing countries must invest more on surveying by acquiring expensive, precision stereo-plotting machines. These will aid the production of useful maps which will yield dividends in overall development.

Requirement of National Cartographic Unit.

17. A National Cartographic Unit must therefore find room for such modern equipment not only for planning and executing surveys and printing and publishing accurate topographical maps but also to be able to conduct research into all aspects of mapping. In some of the

more developed countries separate research institutions exist like the National Research Council of Canada, but the less developed countries lack the human and financial resources for establishing similar institutions. The task of conducting research will consequently devolve on the National Cartographic Unit. Such an establishment must be directed by personnel who are capable of undertaking research and also keeping in touch with Research Establishments elsewhere and adapting the knowledge so gained to local conditions. It was as the result of such research that it was possible as stated in paragraph 7, to obtain photographs in Nigeria of an area which has beaten photographers for several years. The Federation of Rhodesia and Nyasaland is also attempting to produce maps on a scale of 1/50,000 from 1/80,000 photographs.

18. Training must receive the attention of such a Unit in order to maintain a steady flow of skilled personnel. Cartographers are usually trained on the job since there is no educational institution running formal courses for them. In some parts of Africa a considerable measure of success has been achieved in building training in cartography on primary education. There must also be facilities for training surveyors and photogrammetrists so that there may be no more necessity for sending professional officers to the more developed countries for general training. We have found that in Nigeria it is possible to give our students far more field work than I have observed is customary in England or America because the climatic conditions of the tropics favour all-the-year-round field work. It may not be idle dream to hope that the less developed countries may in due course offer the best training ground for field surveyors the world over.

Co-operation Between Less developed and developed countries.

19. The Inter-African Committee for Surveys and Maps at its 4th. Meeting in Salisbury, Southern Rhodesia considered "that whilst the training of technicians could normally be undertaken within Africa, Member Governments would have to continue to rely, for the training of technologists and professional surveyors on existing facilities, which were largely outside Africa"[5]. This should be an interim measure and as stated in the preceding paragraph the less developed countries should aim at giving general training at all levels locally. The training will then be related to the background of the candidates and will thus be of better service to the community.

20. In other professions like Medicine, Engineering and Law the emphasis now is for general training to be given locally to accommodate training to local conditions; Surveying should not be an exception. But the less developed countries will have to rely on the assistance of other countries for the training of specialists, who will build their specialised training on their local background and return home to organise the rapid mapping of their countries. It may be said that the less developed countries are receiving external aid for mapping, with the personnel and field equipment supplied by the donor countries. This type of aid satisfies immediate need in that the urgently needed maps are produced. But, as it has been stated in paragraph 9, the general pattern of life in the less developed areas is constantly changing and, within a short time the maps will be out of date, requiring revision. The recipient country should later be able to carry out the revision and complete the mapping themselves. Thus, it is obvious that if maximum benefit is to be derived from external assistance, it should be in the supply of equipment, and skilled personnel to give instruction and direction to the local officers so that they may acquire the knowledge, skill and experience to do the work unaided.

21. Vast areas of the less developed countries are still unmapped and the task ahead is gigantic. These areas are ideal testing grounds for modern instruments and machines. Not only must advantage be taken of knowledge and experience gained elsewhere but also new methods must be devised and old ones improved from experience gained in the less developed areas, enriching our store of knowledge and perfecting our technique. The interchange of ideas could be of lasting value demostrating the vital importance of International co-operation.

References.


1,3. CCTA/CSA. Symposium on Survey needs of developing countries. Reports and Recommendation, 10 Salisbury (1962).

2. Henderson J.T. Electronic Aids in Canadian Mapping.-paper presented at the 75th.Annual General Meeting of the Engineering Institute of Canada, Vancouver, (1961).

4. Aitken, W.C. Problem of Geological Surveying in Undeveloped Countries-paper presented at the Symposium on the Survey Needs of Developing Countries 6, (1962)

5. CCTA/CSA Reports and Recommendations 26, Salisbury (1962).

217 E - Oct. 1962 - 1,500

E/CONF.39/A/23
27 Sept. 1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item: A. 3. 4. 1

South Africa

# THE POLLUTION POTENTIAL OF SURFACE RUN-OFF AND ITS SIGNIFICANCE IN WATER MANAGEMENT

By M. R. HENZEN, M. Sc.,
Chief Research Officer,

and G. J. STANDER, Ph. D.,
Director,
National Institute for Water Research,
South African Council
for Scientific and Industrial Research

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

## NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

UNITED NATIONS CONFERENCE ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR THE BENEFIT OF THE LESS-DEVELOPED AREAS

AGENDA ITEM A.3.4.1

# THE POLLUTION POTENTIAL OF SURFACE RUN-OFF AND ITS SIGNIFICANCE IN WATER MANAGEMENT

by M.R. Henzen, M.Sc., Chief Research Officer,
and
G.J. Stander, Ph.D., Director,
National Institute for Water Research
South African Council for Scientific and Industrial Research

## 1. Introduction

(a) The quality of surface run-off, which is of utmost significance in long-range planning and storage of raw water or water conservation, is profoundly affected by the present-day growth in populations and the resultant intensification of road construction and agricultural projects; the establishment of residential and recreational areas; inadequate sanitation in built-up areas; the pollution of the atmosphere with the solid and gaseous debris of combustion, floating dust, bacterial life and fungi; the accumulation of industrial wastes; the control of pests and weeds; and the rapid development of new chemicals and radioactive materials [4, 6, 7, 8].

(b) In the past, water conservation and development were mainly concerned with water volume, while little consideration was given to the debilitating effects of pollution. Water conservation does not lie in the hoarding of water in lakes, reservoirs and related structures. Conservation means the use of water in a way that will benefit the greatest number of people for the longest possible time. Pollution is the greatest enemy of water conservation since it imposes an immediate serious limitation on the beneficial use and re-use of water supplies. It follows that, to meet the challenge of the ever increasing demand on available water supplies, it is imperative that surface run-off pollution be effectively controlled.

(c) A prerequisite for the planning of pollution prevention programmes aimed at minimizing the pollution potential of surface run-off, is to collect,

through research, the basic information necessary for identifying specific geographic entities in terms of the pollution potential of their surface run-off. The results thus obtained would provide a sound scientific basis for formulating remedial measures and/or for making valid predictions about areas as yet undeveloped.

2. The effect of pollution on streams, lakes and reservoirs

(a) Surface waters, which constitute by far the most important source of public water supply, receive a large variable load of organic material, mineral matter (including silt) and bacteria carried in surface run-off. The bulk of the polluting matter accumulates in rivers, reservoirs and lakes to form bottom deposits and the rest remains in solution or suspension in the water zone. Both the bottom deposits and the supernatant water are zones of active biological and biochemical activity and play an important rôle in the process of self-purification. The specific geographic composition of the catchment area of the receiving streams is intimately related to the nature of the polluting material carried in the surface run-off, which in turn controls the particular biological activity pertaining to the stream and which can cause serious deterioration in the quality of the water: algal blooms can have serious effects on the taste and odour of the purified water; toxic substances can be responsible for major fish kills; the presence of detergents in concentrations as low as 0.6 mg/l impairs the rate of re-oxygenation of natural waters; heavy intermittent pollution by organic substances gives rise to conditions alternating between aerobism and anaerobism which can result in the production of toxic and noxious substances; and increased mineral contributions are responsible for variations in the corrosive or encrustative properties of the water supplies. It must also be borne in mind that pollution, whatever its form and nature may be, imposes a serious limitation on the usefulness of the natural water resources and constitutes a danger to public health. There appears to be a significant correlation between endemic goitre and the pollution of water supplies by organic materials.

(b) During the initial stages of pollution prevention and conservancy operations, attention throughout the world was mainly focussed on obviating the flagrant nuisances of pollution. As a result of a century of research and technological development, the processes of sewage and industrial effluent purification are to-day sufficiently advanced to provide water engineers with a sound basis for the implementation of control measures to protect surface water supplies. The relatively high concentrations of eutrophying compounds present in sewage effluents, however, are still a source of great concern. In contrast to this the increase in the pollution potential of surface run-off has proceeded unchallenged and has assumed proportions which constitute a serious threat to the protection and conservation of surface water supplies. Considerable loads of polluting substances, carried by surface run-off, are finding their way into the main drainage systems.

3. The pollution potential of surface run-off

(a) Surface run-off from agricultural areas:

(i) The diverse land-use activities encountered in agricultural areas and the extensive application of fertilizers, insecticides and herbicides are all factors which may cause serious pollution of surface waters.

(ii) In pollution studies carried out on the Hallwilersee, Switzerland, Ambühl[1] has demonstrated that the load of nutrients derived from surface run-off and seepage from cultivated lands is equivalent to that of the sewage inflow from the entire catchment area.

(iii) In the case of the Wemmershoek Dam, near Cape Town, eutrophication of the waters in the storage dam by surface run-off from an area, formerly used for agricultural purposes, gave rise to the occurrence of chironimid larvae in the City's reservoirs. In 1960 investigations by Cholnoky and Claus[2] showed that a comparatively rich phytoplankton which served as a nutrient for the chironimids was found in the storage dam. It was also shown that the nitrogen compounds reaching the storage dam from drainage of the above area were responsible for the weak mesotrophic conditions of the stream and the dam as well as for the comparatively rich production of phytoplankton and zooplankton.

(iv) Mineral enrichment of surface waters by irrigation can assume alarming proportions as is shown in the case of the Vaal-Hartz irrigation scheme[7]. The entire flow of the Hartz River, estimated at 50 million gallons per day (m.g.d.) during the dry season, consists of drainage from the irrigation scheme. The intake volume from the Vaal River, is of the order of 250 m.g.d. Mineral enrichment in the drainage water, expressed as multiples of the concentrations of the individual constituents of the intake water is as follows: Total dissolved solids - 3.47; Total alkalinity (as $CaCO_3$) - 2.78; Total hardness (as $CaCO_3$) - 3.07; Magnesium hardness (as $CaCO_3$) - 2.68; Calcium hardness (as $CaCO_3$) - 3.58; Sodium (as Na) - 4.76; Potassium (as K) - 0.6; Chloride (as Cl) - 5.50; and Sulphates (as $SO_4$) - 16.66.

(v) According to Cottam[3] there is much evidence that some of the chemicals used as pesticides and herbicides are entering water supply systems and that it may be dangerous to ignore the effects of small quantities of these substances in the water supplies.

a. Herbicides, such as 2,4-D, taint drinking water if present in concentrations as low as 1 part in 100 million and clearly, care must be taken to avoid even traces of such chemicals entering water supplies[5].

b. A survey of fish kills in America showed that in three cases, with the highest percentage of fish killed, the cause was industrial poisons of which pesticides accounted for 38% of the cases. The infinitesimal amount of 0.6 parts per billion of chlorinated hydrocarbons will kill 50% of test blue gills in 96 hours[3].

c. Within a few days of spraying a forest with 3 gallons per acre of liquid insecticide in the Harrismith area, Orange Free State, the entire water purification works was brought to a standstill owing to contamination of the water supplies.

(vi) The housing of animals in partly roofed yards presents problems of disposal of surface run-off contaminated with manure.

a. Reports in Notes on Water Pollution [5] show that on a basis of B.O.D., the drainage from cowsheds where cows were brought in twice daily for milking, produced an effluent equivalent to 89 gallons average crude domestic sewage per cow per day. The daily output of dung from a single cow may be equal to the faeces from some 50 persons [5].

b. Piggery effluents are often exceedingly strong. At a piggery housing 1500 pigs, it was calculated that the B.O.D. load per pig was 0.243 lb/day - approximately twice that of average crude domestic sewage per person per day [5].

(vii) The effluent produced by ensilage of one ton grass (17.8% dry matter) in a covered silo, has been reported to be equivalent in polluting character to 12,000 gallons domestic sewage [5].

(viii) Soil erosion, enhanced by overgrazing, veld fires, monocultural practices and ploughing of hills, is chiefly responsible for the heavy silt loads carried by run-off water. Apart from the serious siltation of dams and reservoirs, the colloidal clay and organic material have a deleterious effect on the beneficial biochemical reactions which should take place during storage of raw water.

(b) Surface run-off from residential and industrial areas

(i) Surface run-off from residential and industrial areas may contain both organic and inorganic substances. In the former case the pollution may seriously interfere with the self-purification properties of the receiving stream.

(ii) Although the pollution loads carried by surface run-off from the above areas have not as yet been studied in detail, the results obtained by Wilkinson, 1961 [8], on the run-off from a housing estate are very illuminating. The housing estate covered an area of 611 acres and accommodated an estimated population of 12,500 with about 8 houses per acre. From the results obtained it was estimated that the total weight of polluting matter actually discharged with the surface water to the river would be equivalent, on the basis of suspended matter, to 209 million gallons per year.

(iii) The total organic and mineral loads from mine, ash and domestic dumps can vary considerably depending on their permeability, areal distribution and the intensity of rainfall. However, a tentative estimate of the mineral load, based on a unit area of one square

mile dump area and a rainfall of 30 inches per annum, approximates 2000 to 3000 tons per year (according to Stander[7] in 1962).

3. The significance of surface run-off pollution in water management

(a) Water management and comprehensive planning of catchment development hinge on three basic factors: available and assured supply; storage capacity; and the demand on available supplies by various competing users. The balance between these three main elements constitutes the "water budget" of the particular hydrologic system and variations in the balance caused by man's use of the water are the key factors to be determined in judicious exploitation of the water resources.

(b) Man's use of water may be defined in terms of nett and gross consumption. Nett consumption, that is, the amount of water permanently removed from the system, is effected by evapotation, use by crops and other vegetation, industrial product consumption, disposal of wastes and storm-water into the sea and exportation of water to other catchments. Gross consumption is the total amount withdrawn and includes the nett consumption plus the amount returned after use to the specific hydrologic system.

(c) The nett consumption usually comprises only a small fraction of the gross consumption, that is, a major portion of the water delivered to cities and industries is returned to the streams and rivers or percolates into the ground. The water thus returned can be used over and over again if it is not polluted or if appropriate measures are adopted to combat and eliminate pollution. It follows that if the quality of the water is not impaired it can be re-used almost indefinitely; on the other hand, deterioration of the quality of the water accounts for most of the nett consumption for the simple reason that badly polluted waters cannot be used again. Some elements of nett use, such as evaporation and transpiration by crops cannot be arrested easily, while pollution can be prevented provided that man is willing to pay the price.

(d) Surface run-off pollution could be minimized to a great extent if town planners, nature and soil conservation authorities would co-operate in an attempt to transform the smaller rivers, streams and dams into recreational centres instead of ignoring their present abuse, thus allowing them to become channels for garbage and dumps for rubbish.

(e) Two basic policies are involved in the control of stream pollution: first, the determination of possible uses and the quality tolerances required for such uses; second, the relation of these intended uses to the probability of drought flows. Decision as to these two policies includes, in addition to technical determinations, consideration of practical economic factors.

(f) The following courses of action may therefore be adopted:

(i) The development of studies to determine the pollution potential from various geographic entities.

(ii) The inclusion, in catchment development programmes, of a full and

complete report on the effect surface run-off will have on municipal water supplies located downstream.

(iii) The encouragement of unified planning for optimum use of water resources.

(g) Remedial measures

(i) Pollution abatement becomes most difficult in streams with small intermittent flow. The encouragement of pools in such streams will, therefore, tend to retard erosion of the river bed; reduce the weight of solids discharged; provide reserves during times of scarcity; favour a wide range of velocities; and promote the fishing values of the stream.

(ii) Under favourable topographic conditions the only economic solution to the problem, apart from imposing restrictions on the activities obtaining or liable to develop in a specific catchment area, is the impoundment of the surface run-off, from highly polluting areas, in maturation ponds, recreation dams or lakes, which may serve to prevent siltation of the main reservoirs and assist in the removal of phosphorus, nitrogen and organic carbon, the all important nutrients in lake fertilization.

## REFERENCES


1. Ambühl, H., Die Nährstoffzufuhr zum Hallwilersee. Reprint from Schweiz. Z. Hydrol., 22, Fasc. 2 (1960).

2. Cholnoky, B.J. and Claus, G., Beiträge zur Kenntnis der Algen Flora und der Ökologie der Diatomeen in dem Stausee Wemmershoek Dam nahe Kapstadt, Öst. bot. Z., 108, no. 4/5, 325-350 (1961).

3. Cottam, C., Pesticides and water pollution, Compost Science (Summer 1961).

4. Klein, L., Aspects of river pollution. Butterworth, London (1957).

5. Notes on water pollution, Waste Waters from Farms, 17 (June 1962).

6. Phelps, E.B., Stream sanitation. John Wiley, New York (Feb. 1953).

7. Stander, G.J., Topographical pollution: the problems of the water and sanitary engineer, Municipal Affairs, 27, no. 318, pp. 6, 7, 51, 53 (Feb. 1962).

8. Wilkinson, R., The quality of rainfall run-off water from a housing estate, Journal of Public Health Engineers (April 1961).




207 E - Oct. 1962 - 1,500

E/CONF.39/A/24
27 Sept. 1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item: A. 4. 2. 4

Nigeria

# THE EFFICIENT USE OF FUELS

By C. C. ONYEMELUKWE,
B. Sc. (Eng), B. Sc. (Econ.), A. M. I. E. E.,
A. M. I. Mech. E., A. M. B. I. M., A. M. Inst. F.,
Chief Electrical Engineer,
Electricity Corporation of Nigeria

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

## NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

Paper - 'The Efficient Use of Fuels'

By

Mr. C.C. Onyemelukwe, B.Sc(Eng), B.Sc(Econ), A.M.I.E.E, A.M.I.Mech.E, A.M.B.I.M, A.M.Inst.F, Chief Electrical Engineer
Electricity Corporation of Nigeria

1. One striking feature of the fuel supplies of the under-developed countries is the striking variation in the available fuel resources from one country to another. For while countries like those in the Middle East have abundant supplies, others like some of the new nations in Africa have little potential reserves. Yet all these countries are geared to a programme of eventual large scale industrialization.

2. In contrast with the more developed countries, it is well known that one of the reasons adduced for the start of industrialization in some of these countries is abundant fuel supplies. Examples are countries like Britain, U.S.A. and Germany where coal mining provided employment opportunities and was responsible for the growth of steam locomotive and other dependent industries. The question that causes concern is whether in those developing countries with shortage of adequate sources of power the chances of their getting to the stage of a "take-off" in their economic growth will be hampered as a result. If so can these countries do anything to mitigate the effects of shortage of energy.

Lack of Attention to Efficient Use of Fuel

3. In the circumstance, one would have expected that developing countries with small reserves will at least pay great and urgent attention to the problems of efficient use of fuel. This in fact does not seem to be the case and not too surprisingly, this is also the situation in those with abundant supplies. There are a number of reasons for this.

4. Firstly, fuel technology has only recently - in fact only over the last two decades - received serious study on a national and international basis. This sudden break through in fuel technology may be accounted for by the growing alarm about the so-called "energy-gap" which seems to be rearing its head especially in the Western European countries and the fact that progress in atomic energy as an alternative means of fuel supply has not fulfilled all the hopes placed on it. Furthermore, the growing international competition in trade has forced countries to investigate all means of strengthening their competitive position. Fuel economy has therefore become very topical. This sudden uplift in the level of fuel technology will naturally take time to have an equivalent impact in the under-developed countries. Besides it seems proper to claim that attention seems rightly or wrongly to be directed in the developing countries to getting the industries first and then later studying means of improving their efficiency. The art

of making fire dates from time immemorial and it is not surprising that in the absence of any major technical advance in the science of fuel, crude methods of fuel utilisation have persisted in the face of little or no national awareness of the contributions of fuel economy to economic growth. Another contributory factor is the increasing popularity of hydro resources among many of the new nations, sometimes even for prestige purposes. Initially the available capacity of such hydro resources is enough to reduce the demand for fuels to a point where the need for economy in fuel utilisation becomes neglected.

## PROBLEMS OF FUEL EFFICIENCY

5. The wider problem of efficient use of fuel embraces four broad aspects. The first is a close study on a national scale of the pattern of the growth of the economy. The second is again another study this time of the changing pattern of demand especially in the switch from one type of fuel to another. The third which is all-embracing is the establishment of reliable data of comparative costs and manpower requirements of different fuel and energy industries existing in the economy. Where fuel is imported, the equivalent data for the imported fuel must also be established. The fourth is to create a national conscience for fuel economy and efficiency.

### Growth of the Economy

6. It is true to remark that one of the greatest problems of planning in a developing country is the lack of accurate information on which planning can be based. Fuel and power industries are no exception to this. Data on industrial growth, if centrally collected, will be of immense benefit to national energy planning. It must be borne in mind that the fuel and power are very high capital consuming industries and therefore their activities today are based on plans made three, four, five or more years. It will therefore make a great difference to their scale of operations whether the economy is likely to develop in the chief fuel-using industries like brick, ceramics, cement, iron and steel, textiles or in the light fuel-consuming industries like paper, radio engineering. It must be borne in mind that the capital investment in industry which utilizes a given amount of energy is much greater than that in the plants for producing this amount of energy. If therefore such energy is not available a much greater investment would be rendered idle than if there was excess of power by a similar amount. It is therefore evident that failure of the fuel and power industries to plan adequately due to lack of accurate information on the growth of the economy can only be blamed on the country.

7. The relationships between the various types of energy sources in the demand for them by consumers are so complicated whilst the various influences concerned are so multilateral that it is insufficient for each energy authority to compute its own statistics independently. For in doing so, the nation loses sight of the various inter-relationships which are very useful for national planning. It would therefore be of great value if existing national statistics were combined into a comparable format showing the use of all forms of energy in each sector of the economy and the relations between these and economic growth.

## Changing Pattern of Demand

8. The demand for fuel, like many other commodities, keeps changing in the face of changing tastes and the appearance of alternatives. The two main causes of changes in fuel demand are technological and economic. In the industrial field, the developing countries will probably expect a large slice of their demand for energy to come from the establishment of new heavy industries. In the developed countries, on the other hand, it is known that the growth in demand is becoming less intensive in the industrial and commercial use of energy whilst the low energy using services form a higher proportion of the gross national product*. In the domestic field, space heating loads are bound to play a greater part in the energy demand in the developed countries. The under-developed countries, on the other hand, many of whom are in the tropical or sub-tropical zones will expect a gradual increase in the development of "comfort cooling" in which air conditioning is bound to play a prominent part. The use of air conditioners however is bound to be given a low priority in the social development as its income elasticity is very low until well above the subsistence level of income.

9. Apart from development of new loads, there is the customary switch in every sector from one form of fuel to another, the most familiar example of which in many countries is the switch from steam locomotives to diesel locomotives. As between coal, oil, gas, atomic energy and hydro-power in any economy, the relative change in the pattern of demand provides useful basis for study and brings into prominence the question whether to allow for free competition or whether in view of other external factors to subsidise directly or indirectly one fuel as against another.

## Comparative Cost and Manpower Requirements

10. Much of the confusion that arises in developing a consistent attitude to the topic of fuel supply in many countries is due to the lack of comparative data on cost and manpower requirements of the various fuels. It is true that the cost includes elements of the cost of labour. The need to know the comparative manpower requirements is because the question of which fuel to use has wide social significance and touches seriously on the common problem of unemployment in the developing countries. In other words, whatever economic gains may be made by changing from one fuel to another must be balanced against the social aspects in so far as they affect employment. To obtain these comparative data can be done very fruitfully more on a national basis.

## Economy and Efficiency

11. Increasing industrialization requires sustained supply of different types of fuels for basic conversion into heat and power. In the actual production of power, the aim should be to convert the heat units in the fuel to a usable form with minimum loss, that is at a high thermal efficiency. Where the processis the conversion of the fuel into a different form of energy, heat is usually required as a medium. Here again the aim is to apply heat with minimum loss from

* "Factors Affecting the Future Pattern of World Energy Market" by M.G. Graham W.P.C. 1962.

the system. High efficiency is again the criterion. Fuel efficiency is therefore basic to industrial processes.

12. A recent survey was carried out in one country showing firms in one and the same industry together with their fuel consumption. This was expressed as a percentage of the weight of fuel consumed to the weight of goods produced. In the one group, one firm consumed 20 percent whilst at the other end of the scale another consumed 200 percent. In other words, the second firm was using ten times as much fuel as another per unit of product. It is admitted that no two firms in the same industry have identical conditions of production. But such differences are too wide to be accounted for wholly by the non-identical conditions obtaining in the firms. With such bad performance how can the least efficient firms hope to compete easily with the most efficient, how much less with those of other countries in the world market?

Practical Aspects of Fuel Efficiency

13. In an attempt to exercise economy and attain high efficiency of use, fuel technology has moved a long way. One of the most outstanding branches where this is the case is in the field of low grade utilisation. Many countries have dumps of slurry, peat, lignite, high ash and high moisture and fine coal. Such fuels were in the past considered useless. Many new devices and equipments have now been introduced for the production, transport and utilisation of these low grade fuels. In some cases, where the calorific value has been so low as will adversely affect steady ignition, mixing devices have been introduced so as to mix these fuels with high grade fuels before ignition. The greatest field of development for low grade fuels is in the power generation fields where versatility of the boiler is of a great advantage.

14. Another branch of development is that of waste heat recovery. This has shown great potentials in the industrial fields. Knowledge is now becoming more precise about the heat flow and transfer at low temperatures whilst research has continued into conditions at the metal surface under these conditions. All these are already showing heavy financial returns as a result of the fuel economy achieved.

15. Thirdly, outstanding developments have been made in automatic control of combustion. From the pneumatic and hydraulic controls, increasing use of electronic control is being made. The main advantage of this development is that heat transfer can be effected under optimum conditions to suit the requirements of a process, thus eliminating much of the human element which accounts for a lot of losses and inefficiency.

16. Fourthly, there is growing awareness about the contributions of thermal efficiency to total costs of operation. An important aspect of the common features of operation in many installations is the preparation of statistics on thermal efficiency, fuel costs, heat balances etc. Theoretical and empirical formulas together with instruments for checking them are increasingly being devised for gas composition, fuel losses, smoke density etc.

## Recommendations for Increasing Fuel Efficiency in Developing Countries

17. Much must be done by fuel producing industries in developing countries. In many cases, the size of installations in the consumer's premises is so small that he has neither the facility nor the need as such to carry out research into fuel utilisation. The fuel producing industries in these countries stand to gain by conducting research not only in fuel production but also fuel utilisation as these increase the competitiveness of their products nationally and remembering of course that the world fuel market is highly competitive. Where necessary, governments should subsidise part of these researches.

18. Training in fuel technology is seriously lacking in many of the developing countries. This is because the few universities and technical colleges available are devoted to the pressing basic technologies. It is suggested that serious consideration should be given to the establishment of faculties of fuel technology. Alternatively as fuel technology is very much akin to chemistry and physics, these two departments could combine by proper contribution of course lectures to give basic training in fuel technology.

19. Encouragement should be given by fuel producing industries to the private citizens who wish to set up as consultants in fuel technology by putting these people in touch with potential customers. The N.I.F.E.S. of Britain is doing a fine job and its annual reports are a testimony to what the country has gained as a result of fuel efficiency service to industry.

20. Lastly, developing countries must attempt to formulate their national fuel policy. This must be a practical policy taking into account costs, manpower, balance-of-payment etc. The setting up of National Committees of the World Power Conference is urged as a means of helping to formulate this policy. The World Power Conference has as its objects the development and peaceful uses of energy resources to the greatest benefit nationally and internationally. The link between a national committee and the main body ensures that a country has knowledge of the latest development in fuel production and utilisation, and can apply these to develop sound fuel policies for its country. This committee can also by adequate propaganda create national conscience for fuel economy and where necessary advise their respective government about the need for legislative measures.

218 E - Oct. 1962 - 1, 500